

Научный журнал

ВЕСТНИК

Сибирского
государственного
индустриального
университета

№ 1 (11), 2015

Основан в 2012 году
Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Редакционная коллегия

Е.В. Протопопов
(главный редактор)
М.В. Темлянецв
(зам. главного редактора)
С.В. Коновалов
(отв. секретарь)
П.П. Баранов
Е.П. Волынкина
Т.П. Воскресенская
Г.В. Галевский
В.Ф. Горюшкин
В.Е. Громов
Л.Т. Дворников
С.М. Кулаков
С.И. Павленко
Т.В. Петрова
Л.Б. Подгорных
Е.В. Пугачев
В.Ф. Соколова
А.К. Соловьев
А.В. Феоктистов
В.Н. Фрянов
В.П. Цымбал

СОДЕРЖАНИЕ

Протопопов Е.В. К 85-летию Сибирского государственного индустриального университета.....3

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Полевой Е.В., Темлянецв М.В., Юнусов А.М., Атконова О.П. Опыт воздушоструйной термической обработки головки железнодорожных рельсов стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева.....5

Соснин К.В., Будовских Е.А., Иванов Ю.Ф. Особенности физико-механических свойств поверхностного сплава системы Ti – Y, сформированного методами электровзрывного легирования и электронно-лучевой обработки.....11

Шморгун В.Г., Слаутин О.В., Кайгородов А.С., Евстропов Д.А., Новиков Р.Е. Микромеханические свойства покрытий на основе купридов титана в температурном интервале 20 – 400 °С.....13

ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Гутак Я.М., Пугачёв Е.В., Сёмина И.С., Фрянов В.Н., Чаплыгин В.В. Состояние и перспективы развития горного образования и науки в Сибирском государственном индустриальном университете.....15

Микунов В.В., Волошин В.А., Риб С.В. Сравнительный анализ технологий подготовки выемочного столба при отработке мощного угольного пласта.....27

Волченко Г.Н., Исахаров Б.Д., Фрянов В.Н., Волченко Н.Г., Волков Е.А., Приб В.В. Промышленные испытания ствола обеспыливающего набрызгбетонирования TERMITON X4.....32

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

Воскресенский В.А. Оценка энергии аварийных масс при воздействии на предохранитель паровоздушного молота.....36

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Ивакина А.А., Айзенберг И.И. «Солнечная» Россия.....40

Казимиров С.А., Башкова М.Н., Слажнева К.С. Анализ возможностей оборудования вихревыми топками действующих котельных агрегатов малой и средней мощности.....44

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Матехина О.В., Осипов Ю.К. Обобщенная теоретическая модель тепловой защиты жилых зданий с помощью наружных ограждающих конструкций.....50

Алешин Н.Д., Колесников А.В., Алешин Д.Н. Особенности усиления и замены конструкций пролетной части галереи подачи угля на обогатительной фабрике в г. Новокузнецке.....56

Благиных Е.А. Актуализация направлений научно-исследовательских работ по совершенствованию архитектурно-градостроительных процессов в Кемеровской области.....59

Чередниченко Ж.М. Эволюционное развитие пространственной структуры населенных пунктов Кемеровской области (XVII – первая половина XX вв.).....63

Алешин Н.Н., Алешин Д.Н., Колесников А.В. Обследование технического состояния строительных конструкций общественного здания в городе Новокузнецке с учетом требований норм сейсмостойкого строительства.....67

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Русанов Г.Г., Тетерина И.И. Карпофлора и микрофауна в отложениях высокогорных озер Юго-Восточного Алтая – индикаторы климата второй половины голоцена.....	76
Ланге Л.Р. Опыт обследования и оптимизации работы водопроводных очистных сооружений.....	81
Дрожжин Р.А. Реновация промышленных территорий.....	84
Благодарумова А.М., Крупно М.В., Ворон Л.В., Калашникова Е.С. Эффективность работы очистных сооружений 5-го канализационного бассейна г. Прокопьевска.....	87

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА

Осипов Ю.К. Предметное моделирование или макетирование в учебном процессе – составная часть графической культуры студента-архитектора.....	92
Баклушина И.В., Башкова М.Н., Смирнова Е.В., Арнаутов Д.А. Контроль самостоятельной работы как управление учебной деятельностью студентов.....	95

ОТКЛИКИ, РЕЦЕНЗИИ, БИОГРАФИИ

Чертоляс Н.Ф. Рецензия на учебное пособие Ю.К. Осипова, О.В. Матехиной, А.П. Семина «Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий».....	98
Рефераты.....	99
К сведению авторов.....	108

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-52991 от 01.03.2013 г.

Адрес редакции:
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова,
42, Сибирский государственный
индустриальный университет
каб. 433 М
тел. 8-3843-74-86-28
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)
e-mail: redjizvz@sibsiu.ru

Адрес издателя:
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова,
42, Сибирский государственный
индустриальный университет
каб. 336 Г
тел. 8-3843-46-35-02
e-mail: rector@sibsiu.ru

Адрес типографии:
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова,
42, Сибирский государственный
индустриальный университет
каб. 280 Г, Издательский центр Си-
бГИУ
тел. 8-3843-46-44-02

Подписные индексы:
Объединенный каталог «Пресса
России» – 41270

Подписано в печать
26.03.2014 г.
Формат бумаги 60×88 1/8.
Бумага писчая.
Печать офсетная.
Усл.печ.л. 6,2.
Уч.-изд.л. 6,9.
Тираж 300 экз.
Заказ № 150.
Цена свободная.

Е.В. Протопопов

К 85-ЛЕТИЮ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



В июне текущего года одному из старейших вузов Сибири – Сибирскому государственному индустриальному университету (СибГИУ) – исполняется 85 лет. Сибирский институт черных металлов (СИЧМ) создан в 1930 г. по решению Совета народных комиссаров и Центрального Исполнительного Комитета СССР на базе специальности «Металлургия черных металлов» Томского технологического института. Осенью 1931 г. по инициативе академика И.П. Бардина институт был переведен в г. Новокузнецк.

В настоящее время СибГИУ осуществляет подготовку специалистов, бакалавров, магистров, аспирантов, докторантов, реализует программы дополнительного профессионального образования.

Реализация программы высшего образования на сегодняшний день осуществляется:

– по ступеням образования – в соответствии с государственными образовательными стандартами (ГОС) второго поколения – по 77 основным образовательным программам высшего профессионального образования, в том числе подготовки специалистов – 51, бакалавров – 19, магистров – 7 (прием на образовательные программы по ГОС ВПО завершен в декабре 2010 года);

– по уровням образования – в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) – по 63 основным образовательным программам высшего профессионального образования, в том числе бакалавриата – 30, специалитета – 4, магистратуры – 16, аспирантуры – 13.

Реализация образовательных программ осуществляется по 20 укрупненным группам

специальностей и направлений подготовки: 01.00.00 Математика и механика, 03.00.00 Физика и астрономия, 04.00.00 Химия, 05.00.00 Науки о земле, 07.00.00 Архитектура, 08.00.00 Техника и технологии строительства, 09.00.00 Информатика и вычислительная техника, 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи, 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика, 15.00.00 Машиностроение, 18.00.00 Химические технологии, 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство, 21.00.00 Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия, 22.00.00 Технологии материалов, 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта, 27.00.00 Управление в технических системах, 38.00.00 Экономика и управление, 39.00.00 Социология и социальная работа, 42.00.00 Средства массовой информации и информационно-библиотечное дело, 46.00.00 История и археология.

В настоящее время университет представляет собой современный учебно-научный комплекс, расположенный в центре г. Новокузнецка, его площадь составляет 17,5 га, образовательный и научный процесс организован в помещениях общей площадью почти 100 тыс кв.м. Сегодня СибГИУ включает 11 институтов (в том числе 7 выпускающих): Институт металлургии и материаловедения; Институт машиностроения и транспорта; Институт горного дела и геосистем; Архитектурно-строительный институт; Институт информационных технологий и автоматизированных систем; Институт экономики и менеджмента; Институт фундаментального образования; Институт планирования карьеры; Институт дополнительного профессионального образования; Институт открытого образования; Институт физической культуры, здоровья и спорта. В структуре университета 8 научно-учебных лабораторий, Центр коллективного пользования «Материаловедение», Студенческий бизнес-инкубатор, Научно-исследовательский центр «Геомеханика», Лаборатория «Энергогенерирующие технологии и комплексы», 3 консультативных и 9 научно-образовательных центров.

Одним из приоритетов развития СибГИУ является создание и реализация научно-исследовательской продукции и поддержка инновационного предпринимательства. На основе инновационных разработок ученых Сиб-

ГИУ создано 10 малых предприятий, из которых 2 – по программе СТАРТ, 5 малых инновационных предприятия и 3 малых наукоемких предприятий. С 2008 г. СибГИУ является стратегическим партнером Кузбасского технопарка – одного из самых крупных региональных технопарков в России.

В университете функционируют 3 диссертационных совета по 9 научным специальностям. Реализация фундаментальных и прикладных исследований осуществляется в 17 научных школах.

Численность профессорско-преподавательского состава в 2014 г. составила более 500 человек, в том числе 66 докторов и 253 кандидата наук. Из числа научно-педагогических кадров университета 16 человек – заслуженные деятели науки Российской Федерации, 10 человек награждены Премией правительства Российской Федерации в области науки и техники, 47 человек являются действительными членами и членами корреспондентами общественных Академий наук.

За время своего существования вуз подготовил более 75000 специалистов, из них около 30000 – это выпускники металлургических специальностей. СибГИУ является единственным за Уралом вузом, который осуществляет подготовку кадров и ведет научные исследования по металлургическому направлению.

В числе научных достижений последнего пятилетнего периода – получение коллективами ученых университета двух Премий Правительства РФ в области науки и техники; выполнение комплексного проекта Согласно Постановлению Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218 по созданию высокотехнологичного производства с ООО «Объединенная Компания «Сибшахтострой» общей стоимостью 300 млн. руб; присуждение коллективу ученых СибГИУ и ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» на основании решения Президиума Российской Академии наук премии им. И.П. Бардина. Впервые в истории СибГИУ коллективом ученых университета сделано научное открытие, в установленном порядке подтвержденное Международной академией авторов научных открытий и изобретений. По показателям публикационной активности РИНЦ из почти 600 государственных вузов России СибГИУ вышел на 87 место.

СибГИУ имеет богатый опыт участия в конкурсах в области качества. Победа в конкурсе «Системы качества подготовки выпускников» Минобрнауки России в период с 2005 по 2011 гг. позволила университету разработать, внедрить и сертифицировать систему менеджмента качества, широко заявить о при-

верженности качеству образования, постоянном улучшении деятельности вуза. Поддерживаемое направление постоянного совершенствования деятельности обусловило необходимость выхода на новый уровень управления качеством образования посредством проведения независимой оценки качества образования на соответствие критериям Европейской премии в области качества и представить свои достижения на суд авторитетной организации – Европейского фонда менеджмента качества.

В 2014 г. СибГИУ стал дипломантом конкурса Европейской премии в области качества (EFQM) в номинации «Признанное Совершенство». В настоящее время СибГИУ является единственным вузом за Уралом, получившим всемирно признаваемое свидетельство выдающихся достижений деятельности в области качества.

Партнерами университета являются крупнейшие промышленные предприятия Кузбасса и России: ЗАО «Холдинговая компания «Сибирский деловой союз» (Кемерово), Общественная организация «Содействие предпринимательству на территории города Новокузнецка», ОАО ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «Гурьевский металлургический завод», РУСАЛ – ОАО «РУСАЛ Новокузнецк», ОАО «Северсталь» «Череповецкий металлургический комбинат», ОАО «Горно-металлургическая компания «Норильский-Никель», ОАО «ОУК «Южкузбассуголь», ЗАО «Распадская угольная компания», ОАО УК «Кузбассразрезуголь», ОАО «Междуречье», строительные компании ООО Объединенная компания «Сибшахтострой», ЗАО «Южкузбасстрой», «Кузнецкметаллургстрой», ОАО «Угольная компания «Южный Кузбасс», ОАО «Уралмаш», ОАО «Юргинский машиностроительный завод» и многие другие.

В числе основных стратегических партнеров СибГИУ ведущие университеты мира и известные производственные корпорации: Uppsala University (Швеция), Tsinghua University (КНР), Adelphi University (США), University of Belgrade (Республика Сербия), ThyssenKrupp Resource Technologies (Германия), SANDVIK Mining (Австрия); передовые университеты стран ближнего зарубежья: Евразийский Инновационный Университет (Казахстан), Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова (Кыргызстан), Национальная металлургическая академия Украины, Горно-металлургический институт Таджикистана.

Свой 85-летний юбилей научно-педагогический коллектив университета встречает полный планов, новых идей и перспектив на дальнейшее развитие.

Е.В. Полевой¹, М.В. Темлянец², А.М. Юнусов¹, О.П. Атконова¹

¹ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»

²Сибирский государственный индустриальный университет

ОПЫТ ВОЗДУХОСТРУЙНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГОЛОВКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ СТАЛИ МАРКИ Э76Ф С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА ПРОКАТНОГО НАГРЕВА

Термическая обработка железнодорожных рельсов наряду с химическим составом стали являются наиболее эффективными средствами повышения эксплуатационных свойств рельсов. Внедрение в конце 70-х годов прошлого века вначале на Нижнетагильском, а затем и на Новокузнецком металлургических комбинатах объемной закалки рельсов в масле с печного нагрева привело к увеличению их эксплуатационной стойкости почти в два раза [1], что на тот момент времени вывело отечественных производителей на передовые позиции, а выпускаемые рельсы являлись одними из лучших в мире. Помимо объемной закалки в масле, для термического упрочнения рельсов используются вода и водовоздушные смеси, растворы полимеров и солей. При этом термическую обработку проводят с прокатного или специального (печного, ТВЧ) нагрева [2].

Одними из ключевых моментов современного технологического процесса производства рельсов являются максимальная экономическая эффективность и экологическая безопасность. Поэтому в настоящее время наибольшее признание в качестве закалочных сред получили экологически чистые охлаждающие среды, такие как вода и воздух и смеси на их основе, а линии термической обработки встраивают в линию стана с целью использования тепла прокатного нагрева и исключения затрат на дополнительный нагрев металла. Участки закалки, использующие тепло прокатного нагрева, применяются на рельсовых предприятиях Японии (Nippon Steel & Sumitomo Metal corp.), США (EVRAZ Pueblo). Новые линии по термической обработке рельсов в г. Кардемир (Турция), г. Актюбинск (Казахстан), г. Челябинск (Россия) среди технологических решений также предусматривают использование тепла прокатного нагрева. Среди охлаждающих сред преобладают водовоздушные смеси (Казахстан, Турция), воздух (США, Япония, Франция, Россия) и водные растворы полимеров

(Австрия, Россия). Попытки термической обработки рельсов в воде до настоящего времени не увенчались успехом при производстве рельсов в промышленных масштабах в силу значительной охлаждающей способности водной среды, что приводило к высокому уровню остаточных напряжений в рельсах, возникновению неблагоприятных игольчатых структур и т.д.

Водовоздушные смеси используются с применением спрейеров или форсунок, для стабильной работы которых требуются тщательная водоподготовка и жесткий контроль получаемой охлаждающей среды.

В процессе термической обработки рельсов с применением водных растворов полимеров происходит изменение их состава за счет старения, неравномерного выноса полимера и воды при вынимании закаливаемых деталей из ванны и соответственно изменение его концентрации. В силу того, что охлаждающая способность растворов полимеров определяется их температурой и концентрацией [3, 4], то для получения однородных и стабильных структуры и свойств необходим жесткий контроль этой охлаждающей среды, ограничивающий их широкое применение для массового серийного производства рельсов и приводящий к удорожанию процесса.

Таким образом, наиболее технологичной средой является воздух, не требующий специальной подготовки, обеспечивающий высокую контролируемость процесса. Недостатком этой среды является ее довольно низкая охлаждающая способность, требующая для достижения необходимого комплекса свойств обязательного легирования рельсовой стали.

Указанные тенденции были учтены при выборе технологической схемы производства рельсового проката при реконструкции рельсового производства на ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». После выбора схемы производства на комбинате была проведена серия опытов по термической обработке воздухом рельсов с отдель-

ного и прокатного нагрева на экспериментальной установке. Результаты испытаний рельсов со специального (печного) нагрева представлены в работе [5], настоящая работа является продолжением и описывает результаты термической обработки рельсовых проб стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева.

Объектом исследования являются пробы длиной около 400 мм, отобранные от горячекатаных железнодорожных рельсов типа Р65 стали марки Э76Ф по ГОСТ Р 51685 – 2000, термически упрочненные сжатом воздухом на опытной установке. Пробы, отобранные на пилах горячей резки с температурой 900 – 940 °С, подвергали подстуживанию до 750 – 900 °С и закалке со скоростью до 8 °С/с по различным режимам.

Температуру в процессе проведения экспериментов фиксировали ручным инфракрасным пирометром типа Raynger MX.

После экспериментов из верхней части головки каждой пробы вырезали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51685 – 2000 и ТУ 0921-276-01124323 – 2012 образцы для определения твердости методом Бринелля на поверхности катания и по сечению, испытания на растяжения и ударный изгиб, микрошлифы – для контроля микроструктуры. Испытание на твердость проводили методом Бринелля на твердомере типа ТШ-2М шариком диам. 10 мм при нагрузке 30 кН в соответствии с требованиями ГОСТ 9012 – 59.

Механические свойства при растяжении определяли на разрывной испытательной машине EU-40 с усилием в 10 т на разрывных цилиндрических образцах диам. 6 мм и начальной расчетной длиной рабочей части 30 мм, приготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51685 – 2000 и ГОСТ 1497.

Испытание на ударный изгиб проводили на маятниковом копре МК-15 в соответствии с требованиями ГОСТ 9454 на стандартных образцах размером 10×10×55 мм с U-образным

надрезом радиусом 1 мм и глубиной 2 мм при температурах +20 °С и –60 °С.

Микроструктуру металла выявляли методом электролитического полирования поверхности микрошлифа в 5 %-ом уксусном растворе хлорной кислоты и травлением в 4 %-ом спиртовом растворе азотной кислоты.

С целью определения возможности производства дифференцированно термоупрочненных воздухом с прокатного нагрева рельсов из углеродистой стали без дополнительного легирования хромом была проведена закалка шести проб, отобранных от рельсов типа Р65 стали марки Э76Ф, предназначенной для производства рельсов категорий Т1 и В по ГОСТ Р 51685 – 2000. Химический состав опытного металла представлен в табл. 1, из которой следует, что металл проб 1 – 3, предназначенный для производства рельсов категории Т1, отличается от металла проб 4 – 6, предназначенных для производства рельсов категории В, несколько пониженными значениями содержания углерода, марганца и ванадия.

Эксперименты по термической обработке рельсовых проб проводили в два этапа. В первой серии экспериментов провели закалку трех проб стали марки Э76Ф (Т1) при одинаковых параметрах давления и продолжительности охлаждения, но с различной температуры начала закалки (табл. 2). По результатам испытаний механических свойств установлено, что при закалке от температуры 860 °С опытный металл по прочностным свойствам несколько превосходит средний уровень значений пределов текучести и прочности рельсового металла текущего производства, но обладает несколько пониженным уровнем значений твердости, пластичности и ударной вязкости. За исключением относительного сужения механические свойства при растяжении, твердость и ударная вязкость рельсовой пробы, закаленной от температуры 860 °С, удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 51685 – 2000 и требованиям ТУ 0921-276-01124323 – 2012.

Т а б л и ц а 1

Содержание основных химических элементов в опытных рельсах стали марки Э76Ф

Номер пробы	Содержание химических элементов, % (по массе)				
	C	Mn	Si	V	Cr
1, 2, 3	0,76	0,88	0,31	0,04	0,09
4, 5, 6	0,79	0,92	0,33	0,07	0,08
–	Требования ГОСТ Р 51685 – 2000 для стали марки Э76Ф				
	0,71 – 0,82	0,75 – 1,15	0,25 – 0,60	0,03 – 0,15	≤ 0,20

Механические свойства рельсовых проб 1 – 3 стали марки Э76Ф (категории Т1)

Номер пробы	Параметры термообработки			Механические свойства при растяжении				КСУ, Дж/см ² , при температуре		Твердость, НВ							
	Р, мм водн. ст.	t, °С	τ, с	σ _т , Н/мм ²	σ _в , Н/мм ²	δ, %	ψ, %	+20 °С,	–60 °С,	ПКГ	10 мм	22 мм	Выкружка, 10 мм		Шейка	Подошва	
													1	2		1	2
1	2000	860	125	930	1340	9,7	22	25	16	373	370	359	373	373	331	339	335
2	2000	805	125	800	1220	11	25	21	13	373	370	361	370	368	335	325	323
3	2000	750	125	780	1230	12	27	24	13	356	354	352	361	366	321	307	306
Средние значения для рельсов кате- гории Т1 текущего производства				900	1250	12	36	40	–	380	375	354	–	–	363	372	
Требования ГОСТ Р 51685 – 2000 для рельсов категории Т1				≥800	≥1180	≥8,0	≥25	≥25	–	341 – 401	≥341	≥321	–	–	≤388		
Требования ТУ 0921-276-01124323 – 2012 для рельсов категории ДТ350				≥800	≥1240	≥9,0	≥25	≥15	–	363 – 401	≥341	≥341	≥341		≤341	≤363	
П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 3 приведены значения твердости НВ на поверхности катания, на расстоянии от поверхности 10 и 22 мм, по выкружке на рас- стоянии 10 мм, на шейке и подошве рельса.																	

Понижение температуры начала закалки до 805 °С привело к резкому снижению уровня прочностных свойств и повышению пластических, при этом значения твердости на поверхности катания (ПКГ) и по сечению головки рельса остались практически на прежнем уровне. Рельсовый металл, закаленный по такому режиму, не удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 51685 – 2000 по уровню ударной вязкости и требованиям ТУ 0921-276-01124323 – 2012 по уровню временного сопротивления разрыву.

При понижении температуры начала закалки ниже 800 °С отмечено снижение предела текучести до недопустимых стандартами значений и в целом уменьшение твердости, при этом твердость на поверхности катания ниже допустимого стандартом значения. Микроструктура металла представляет собой сорбит закалки с выделениями феррита по границам зерен, с понижением температуры начала закалки в микроструктуре отмечена более грубозернистая структура (рис. 1, 2).

Таким образом, для рельсов указанного химического состава оптимальная температура начала термической обработки должна находиться примерно в интервале от 800 до 860 °С.

На втором этапе термическую обработку проводили от температуры $t = 845$ °С. Всего

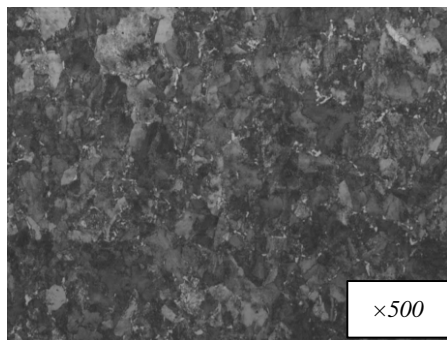


Рис. 1. Микроструктура образца 1, $P = 2000$ мм водн. ст., $t = 860$ °С, $\tau = 125$ с

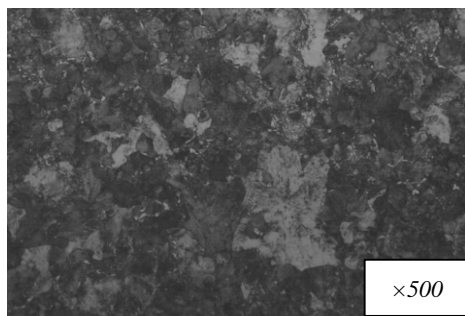


Рис. 2. Микроструктура образца 3, $P = 2000$ мм водн. ст., $t = 750$ °С, $\tau = 125$ с

были термически обработаны три пробы (4 – 6) рельсов из стали марки Э76Ф (В) при давлении P 3000, 4000, 5000 мм водн. ст. соответственно. Продолжительность τ термической обработки рельсов по первым двум режимам составила 105 с, по последнему режиму 90 с. Приведенные в табл. 3 данные показывают, что твердость исследуемых рельсов находится на сопоставимом, достаточно высоком уровне и удовлетворяет требованиям стандартов как для рельсов категории В, так и для рельсов категории ДТ350. С увеличением давления воздуха свыше 3000 мм водн. ст. резко возрастают прочностные свойства, уровень которых удовлетворяет требованиям стандартов к рельсам категорий ДТ350 и В. Следует отметить, что полученный уровень свойств ($\sigma_t = 900 - 920$ Н/мм²; $\sigma_b = 1310$ Н/мм²), по мнению японских разработчиков рельсовой стали [6], близок к теоретическому пределу прочности перлитной рельсовой стали. В целом, с увеличением давления также отмечена тенденция к повышению пластических свойств и ударной вязкости, однако уровень относительного сужения низок и не удовлетворяет требованиям стандарта. Микроструктура металла образцов 4 – 6 представляет собой сорбит закалки с разрозненными выделениями феррита по границам зерен, однако в отличие от металла образцов 1 – 3 структура несколько более дисперсна, а феррит присутствует в меньшем количестве (рис. 3).

Выводы. Проведенные опыты по термической обработке с прокатного нагрева воздухом проб рельсов типа Р65 из стали марки Э76Ф показали, что при закалке от 845 °С, давлении 4000 мм водн. ст. и выше в течение 90 – 105 с металл опытных рельсов удовлетворяет требованиям ТУ 0921-276-01124323 – 2012 для рельсов категории ДТ350 по уровню механических свойств (за исключением относительного сужения), ударной вязкости, твердости по сечению головки и на поверхности катания, а

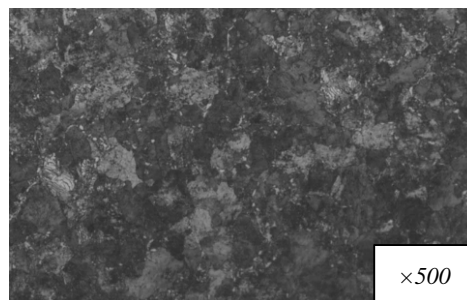


Рис. 3. Микроструктура образца 5, $P = 4000$ мм водн. ст., $t = 845$ °С, $\tau = 105$ с

Механические свойства рельсовых проб образцов 4 – 6 стали марки Э76Ф (категории В)

Номер пробы	Параметры термообработки			Механические свойства при растяжении				КСУ, Дж/см ² , при температуре		Твердость, НВ							
	P, мм водн. ст.	t, °C	τ, с	σ _т , Н/мм ²	σ _в , Н/мм ²	δ, %	ψ, %	+20 °C	-60 °C	ПКГ	10 мм	22 мм	Выкружка, 10 мм		Шейка	Подошва	
													1	2		1	2
4	3000	845	105	820	1230	9,9	23	18	8,6	390	380	359	380	380	333	359	354
5	4000	845	105	900	1310	11,5	25	27	13	385	385	383	388	388	352	347	363
6	5000	845	90	920	1310	10	22	23	8,4	388	380	370	383	385	375	366	359
Средние значения для рельсов категории В текущего производства				930	1300	12,8	39	40	32	388	383	362	–	–	373	380	
Требования ГОСТ Р 51685 – 2000 для рельсов категории В				≥850	≥1320	≥12	≥35	≥15	–	363 – 401	≥341	≥341	–	–	≤388		
Требования ТУ 0921-276-01124323 – 2012 для рельсов категории ДТ350				≥800	≥1240	≥9	≥25	≥15	–	363 – 401	≥341	≥341	≥341		≤341	≤363	

также микроструктуре. Оптимальная температура начала термической обработки составляет 800 – 860 °С. С увеличением давления свыше 3000 мм водн. ст. происходит резкое увеличение прочностных свойств и твердости при сохранении пластичности. Воздух обладает низкой охлаждающей способностью. Следует ожидать, что легирование хромом в количестве 0,3 – 0,6 % позволит увеличить стабильность переохлажденного аустенита и повысить комплекс прочностных и пластических свойств дифференцированно термически упрочненных рельсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов Л.А., Добужская А.Б., Дерябин А.А. – В кн.: Проблема повышения эксплуатационной стойкости железнодорожных рельсов за счет изменения структуры и свойств стали. Влияние свойств металлической матрицы на эксплуатационную стойкость рельсов: Сб. научных трудов. – Екатеринбург: изд. ГНЦ РФ ОАО «УИМ», 2006. – 235 с.
2. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов / В.В. Павлов, М.В. Темлянец, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.
3. Ворожищев В.И., Павлов В.В., Пятайкин Е.М., Корнева Л.В., Шур Е.А., Долгушин В.В., Бурков А.Г. Исследование возможности закалки рельсов в водополимерных средах // Сталь 2005. № 11. С. 126 – 130.
4. Железнодорожные рельсы из электростали / Н.А. Козырев, В.В. Павлов, Л.А. Годик, В.П. Дементьев. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2006. – 388 с.
5. Волков К.В., Полевой Е.В., Темлянец М.В., Атконова О.П., Юнусов А.М., Сюсюкин А.Ю. Моделирование воздушоструйной закалки с печного нагрева железнодорожных рельсов // Вестник СибГИУ. 2014. № 3 (9). С. 17 – 23.
6. Козлов А.В. Рельсовая сталь. Ч.1 // Производство проката. 2005. № 8. С. 41 – 45.

© 2015 г. *Е.В. Полевой, М.В. Темлянец, А.М. Юнусов, О.П. Атконова*
Поступила 27 января 2015 г.

УДК 621.785:669.1.08.29

*К.В. Соснин¹, Е.А. Будовских¹, Ю.Ф. Иванов^{2,3}*¹Сибирский государственный индустриальный университет²Институт сильноточной электроники СО РАН (г. Томск)³Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Ti – Y, СФОРМИРОВАННОГО МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ*

Известно [1], что сплавы системы Ti – Y, а также сплавы титана с другими редкоземельными элементами обладают высокой жаропрочностью. Как и объемные материалы сплавы системы Ti – Y не применяются из-за низкой растворимости компонентов друг в друге в твердом состоянии. Однако формирование таких сплавов с использованием концентрированных потоков энергии в импульсном режиме с последующей самозакалкой позволяет формировать на поверхности металлической подложки сплавы с мелкозернистой структурой и новым уровнем свойств.

Целью настоящей работы является определение микротвердости и износостойкости поверхностного сплава системы Ti – Y, сформированного с использованием электровзрывного легирования и последующей электронно-пучковой импульсно-периодической обработки.

Электровзрывное легирование поверхности титановых сплавов BT1-0 и BT6 проводили с использованием установки ЭВУ 60/10 [2]. В качестве взрывающего проводника использовали фольгу титана марки BT1-0 массой 100 мг, на которой размещали порошковую навеску иттрия массой 400 мг. Выбор таких масс позволяет получать поверхностный сплав с концентрацией, близкой к эвтектической. Сформированная при электрическом взрыве импульсная многофазная плазменная струя обеспечивает на облучаемой поверхности поглощаемую плотность мощности 5,5 ГВт/м², при этом давление в ударно-сжатом слое вблизи поверхности достигает 12,5 МПа. Электронно-

пучковую обработку проводили на установке «Соло» Института сильноточной электроники СО РАН [3] при плотности энергии 20 – 70 Дж/см², длительность импульсов составляла 150 мкс, количестве импульсов 3, частота их следования 0,3 с⁻¹.

Исследования морфологии поверхности, определение элементного и фазового составов осуществляли методами оптической, сканирующей и просвечивающей дифракционной электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа. Трибологические испытания поверхностного сплава проводили методом сухого трения по схеме диск-шарик (контртело – шарик из твердого сплава WC – Co diam. 3 мм, нагрузка 1 Н). Микротвердость легированного слоя определяли на приборе HVS-1000A. Распределение нанотвердости и модуля упругости в зависимости от расстояния до поверхности определяли на приборе Shimadzu DUH-211S при нагрузке на индентор 40 мН.

Исследования показали [4, 5], что модифицированный поверхностный слой имеет толщину несколько десятков микрометров. Фазовый состав: α -Y (55 – 73 % (по объему) в зависимости от режима ЭПО) и α -Ti. При малой объемной доле α -Y формируется структура зеренного типа; при этом зерна имеют двухфазную (α -Y + α -Ti) структуру ячеистой кристаллизации с размером ячеек около 0,5 мкм, а по их границам располагаются протяженные прослойки. По данным рентгеноспектрального анализа прослойки образованы иттрием, а объем зерен обогащен титаном. При большой объемной доле α -Y формируется структура пластинчатой эвтектики с размером зерен 10 – 20 мкм.

Формирование металлокерамического многофазного наноструктурного поверхностного слоя должно приводить к повышению прочностных характеристик материала. Исследова-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых кандидатов наук МК-4166.2015.2 и докторов наук МД-2920.2015.8, РФФИ в рамках научных проектов № 13-02-12009 офи_м, 15-08-03411, 14-08-00506а, госзадания Минобрнауки № 2708 и 3.1496.2014/К на выполнение научно-исследовательской работы.

ния физико-механических свойств показали, что

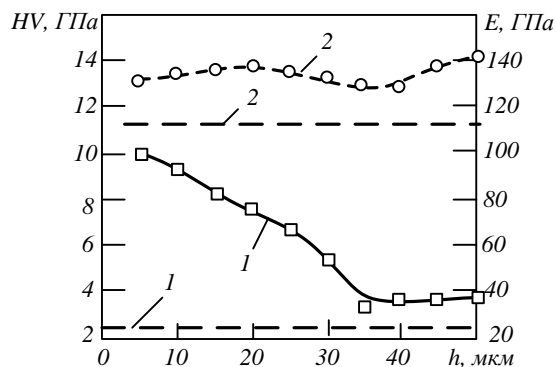


Рис. 1. Зависимость твердости HV (нагрузка на индентор 40 мН) (1) и модуля упругости E (2) технически чистого титана VT1-0, модифицированного иттрием, от расстояния от поверхности обработки (штриховые линии соответствуют материалу подложки)

микротвердость модифицированного слоя в среднем в три раза выше, чем у подложки. На поверхности модифицированного слоя наблюдается увеличение нанотвердости примерно в десять раз (рис. 1, кривая 1). Небольшое значение модуля упругости титана (112 ГПа для нетекстурированного материала) является существенным недостатком. Формирование поверхностного сплава титан – иттрий приводит к увеличению модуля упругости материала в 1,2 раза (рис. 1, кривая 2).

Формирование структуры зеренного типа сопровождается снижением по отношению к подложке фактора износа в 1,75 раза, а коэффициента трения в 1,1 раза. При формировании структуры пластинчатой эвтектики фактор износа снижается более чем в три раза, коэффициент трения – в семь раз. Однако при высокоэнергетической электронно-пучковой обработке происходит ухудшение износостойкости (рис. 2), что может быть связано как с развитием диффузионных процессов и испарением легирующих элементов, так и с ухудшением качества поверхности обработки.

Выводы. Проведенные исследования показывают возможность кратного повышения физико-механических свойств модифицированных поверхностных слоев титановых сплавов, образованных при электровзрывном легировании иттрием и последующей электронно-пучковой обработке.

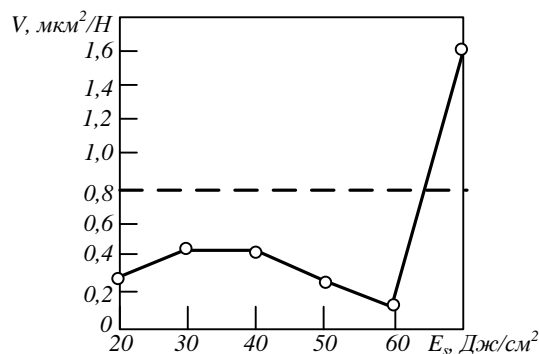


Рис. 2. Зависимость фактора износа V поверхностного слоя системы Ti – Y от плотности энергии пучка электронов (штриховая линия соответствует материалу подложки)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савицкий Е.М., Терехова В.Ф., Буров И.В. Сплавы редкоземельных металлов. – Изд-во Академии наук СССР, 1962. – 268 с.
2. Физические основы электровзрывного легирования металлов и сплавов / А.Я. Багаутдинов, Е.А. Будовских, Ю.Ф. Иванов, В.Е. Громов. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2007. – 301.
3. R o t s h t e i n V., I v a n o v Y u., M a r k o v A. Surface treatment of materials with low-energy, high-current electron beams. – In book: Y. Pauleau «Materials surface processing by directed energy techniques». – Elsevier Publishing, 2006. P. 205 – 240.
4. Соснин К.В., Иванов Ю.Ф., Глезер А.М. и др. Комбинированное электронно-ионно-плазменное легирование поверхности титана иттрием: анализ структуры и свойств // Известия РАН. Серия физическая. 2014. Т. 78. № 11. С. 1454 – 1458.
5. S o s n i n K.V., I v a n o v Y u.F., G r o m o v V.E. etc. Structure and Properties of Surface Layers obtained due to Titanium-Surface Alloying by Yttrium via Combined by Electron-Ion-Plasma Treatment // Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. 2014. Vol. 8. No. 6. P. 1286 – 1290.

© 2015 г. К.В. Соснин, Е.А. Будовских,
Ю.Ф. Иванов
Поступила 22 января 2015 г.

УДК 669.716:621.785

*В.Г. Шморзун¹, О.В. Слаутин¹, А.С. Кайгородов², Д.А. Евстропов¹, Р.Е. Новиков¹*¹Волгоградский государственный технический университет²Институт электрофизики УРО РАН**МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КУПРИДОВ ТИТАНА В ТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ 20 – 400 °С***

В металлургическом производстве значительную часть себестоимости продукции составляют затраты на ремонт оборудования, поэтому повышение износостойкости медных стенок кристаллизаторов в машинах непрерывного литья является актуальной задачей [1]. При движении металла через кристаллизатор в зоне взаимодействия поверхностей идет значительный абразивный износ, который приводит к изменению исходной геометрии кристаллизатора, после 4 – 8 циклов использования медные стенки утилизируются.

Одним из путей решения данной проблемы является формирование на поверхности меди интерметаллидного покрытия, физико-механические и эксплуатационные свойства которого определяются его составом и зависят от режимов и способа получения [2 – 4].

Целью настоящей работы является исследование структуры и микромеханических свойств интерметаллидных покрытий на основе купридов титана, сформированных на поверхности медной подложки.

Получение покрытия на поверхности медной подложки включало сварку взрывом пластин меди марки М1 толщиной 5 мм и титана марки ВТ1-0 толщиной 4 мм, термическую обработку полученного биметалла при 900 °С в течение 10 мин (время выдержки при контактом плавлении обеспечивало наличие непрореагировавшего слоя титана), механическое удаление титанового слоя.

Исследования микроструктуры покрытия осуществляли на оптическом микроскопе Olympus BX61. Химический состав определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа Versa 3D Dual Beam. Шероховатость поверхности оценивали на установке Zygo NewView 500. Микромеханические свойства определяли с помощью наномеханического комплекса Nanotest-600 (Micro Materials Ltd., U.K.). Для определения микротвердости ис-

пользовали трехгранную алмазную пирамидку Берковича, количество уколов в серии – 10.

При проведении измерений обеспечивали плоско-параллельную геометрию образцов, которые приклеивали к нагреваемой подложке с помощью высокотемпературного клея. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием специализированных пакетов прикладных программ.

Металлографические исследования показали, что толщина сформированного на поверхности медной подложки покрытия составляет около 300 мкм. Его основными структурными составляющими являются структурно свободные интерметаллиды βTiCu_4 (22,15 % Ti, 77,85 % Cu (ат.)) и TiCu_2 (30,84 % Ti, 69,16 % Cu (ат.)), на поверхности присутствует интерметаллид Ti_3Cu_4 (41,78 % Ti, 58,22 % Cu (ат.)) (рис. 1).

При определении шероховатости поверхности покрытия за величину R_a принимали шероховатость на площади 700×500 мкм. Значения усредняли минимум по 10 измерениям. Для медной подложки $R_a = 315 \pm 129$ нм, для покрытия $R_a = 671 \pm 108$ нм (в качестве ошибки приводится стандартное отклонение значений) (рис. 2). Полученные результаты: $PV = 5,298$ мкм; $\text{rms} 0,902$ мкм; $R_a = 0,746$ мкм.

На рис. 3 представлены зависимости изменения микротвердости меди и покрытия от температуры испытания с учетом термического дрейфа. Анализ показывает, что в исследованном интервале температур микротвердость покрытия примерно в 3,6 раза выше микротвердости чистой меди, причем зависимость имеет немонотонный характер, более четко выраженный для чистой меди. Последнее является результатом взаимодействия двух конкурирующих процессов: окисления поверхности с образованием более твердого оксидного химического соединения и ее разупрочнения в результате нагрева. Очевидно, что до 200 °С преобладает первый процесс, что приводит к увеличению микротвердости (этот эффект мо-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-00418).

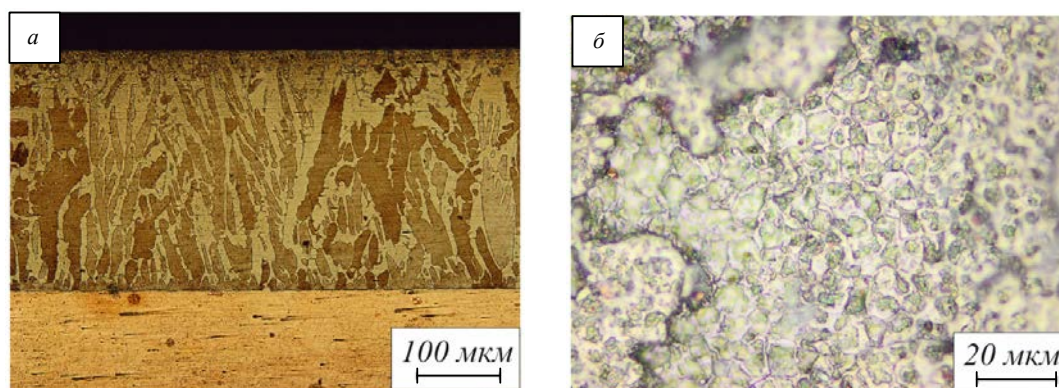


Рис. 1. Структура (а) и внешний вид (б) покрытия из купридов титана, сформированного на поверхности медной подложки

жет быть исключен при измерении микротвердости в инертной атмосфере).

Выводы. Термическая обработка сваренного взрывом биметалла медь – титан при режимах, обеспечивающих контактное плавление на его межслойной границе, позволяет после механического удаления титанового слоя формировать на поверхности меди интерметаллидное покрытие с фазовым составом $\beta\text{TiCu}_4 + \text{TiCu}_2 + \text{Ti}_3\text{Cu}_4$, шероховатость которого составляет 671 ± 108 нм. В исследованном интервале температур 20 – 400 °С микротвердость покрытия в 3,6 раза выше микротвердости меди.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пшеничников А.П., Колесникова К.А., Белюк С.И. Повышение износостойкости медных стенок кристаллизаторов машин непрерывного литья заготовок. – В кн.: Материалы XVII Международной научно-практической конференции «Современные техника и технологии» СТТ-2012. – Томск: изд. ТПУ, 2012. Т. 2. С. 215, 216.

2. Reza Bateni M., Szpunar J.A., Ashrafi zadeh F., Zandrahimi M. The effect of novel Ti – Cu intermetallic compound coatings on tribological properties of copper // The annals of university “dunărea dejos“ of galați fascicle VIII, tribology 2003 ISSN 1221-4590. P. 55 – 62.
3. Шморгу н В.Г., Артемьев А.А., Антонов А.А., Евстропов Д.А., Бондаренко Ю.И. Структура и трибологические свойства покрытий на основе купридов титана // Известия ВолгГТУ. Межвуз. сб. науч. ст. № 23 (150). – Волгоград: изд. ВолгГТУ, 2014. С. 30 – 32.
4. Шморгу н В.Г., Слаутин О.В., Евстропов Д.А., Таубе А.О., Бондаренко Ю.И. Структура и механические свойства металло-интерметаллидных композитов системы Ti – Cu // Вестник СибГИУ. 2014. № 1. С. 3 – 6.

© 2015 г. В.Г. Шморгу н, О.В. Слаутин,
А.С. Кайгородов, Д.А. Евстропов,
Р.Е. Новиков
Поступила 27 января 2015 г.

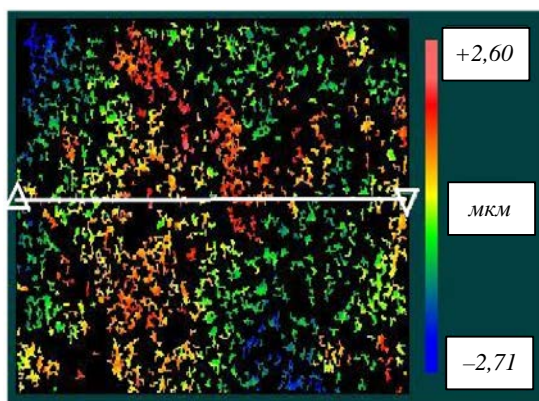


Рис. 2. Вид (скан) основного окна ПО MetroPro для прибора Zygo NewView 500

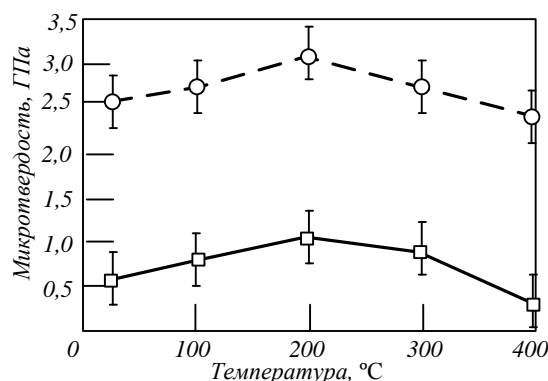


Рис. 3. Зависимость микротвердости меди (—) и покрытия (---) от температуры испытания

Я.М. Гутак, Е.В. Пугачёв, И.С. Сёмина, В.Н. Фрянов, В.В. Чаплыгин

Сибирский государственный индустриальный университет

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Институт горного дела и геосистем (ИГ-ДиГ) Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) создан в феврале 2011 г. на базе горного факультета, образованного в 1948 г. После реорганизации института в 2014 г. в его структуре функционируют следующие кафедры: геологии и геодезии (ГиГ), открытых горных работ (ОГР), геотехнологии (ГТ), электромеханики (ЭМ), горно-промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности (ГПЭиБЖД). Коллективы всех кафедр вносят определенный вклад в совершенствование системы подготовки специалистов по горному направлению, специалистов высшей квалификации и в развитие горной науки.

Основой для успешной подготовки и работы горных инженеров на горнодобывающих предприятиях является базовое образование по циклу геологических дисциплин. С этой задачей успешно справляется коллектив кафедры геологии и геодезии, одной из старейших кафедр университета (организована в 1948 г.).

Кроме многолетнего опыта изучения базовых геологических дисциплин студентами непрофильных специальностей, в последние годы оформилось в ИГДиГ СибГИУ направление подготовки специалистов для горнодобы-

вающих предприятий «Прикладная геология» (специализация – «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»). Первый набор студентов на эту специальность выполнен в 2009 г., в 2014 г. осуществлен первый выпуск горных инженеров-геологов (рис.1).

В настоящее время кафедрой заведует доктор геолого-минералогических наук, профессор Я.М. Гутак. В составе кафедры шесть кандидатов наук: О.П. Мезенцева, В.А. Антонова, Ш.В. Гумиров, А.М. Шипилова, И.И. Тетерина, О.Я. Гутак. Общая острепенность кафедры составляет 75 %. По этому показателю структурное подразделение полностью соответствует нормативам Министерства образования и науки РФ. Кафедра располагает достаточным аудиторным фондом, в ее состав входят «Геологический музей» (один из лучших учебных геологических музеев Сибири), Лаборатория минералогии и петрографии (оборудована современными микроскопами, совмещенными с персональными компьютерами). В учебных аудиториях размещены разнообразные учебные геологические стенды и макеты. Все это позволяет успешно осваивать весь спектр геологических дисциплин, включенных в учебный план по направлению подготовки.



Рис. 1. Первый выпуск инженеров-геологов в ИГДиГ СибГИУ (2014 г.). Слева направо: Щергин Ю.С., Некрасов А.В., Таначев К.О., Сафронюк К.А., Шаталова К.П., Малышева М.В., Горбунова А.Р.

Полученные умения и навыки закрепляются в ходе учебных и производственных геологических практик. СибГИУ располагает собственным полигоном для проведения полевой учебной геологической практики. Для прохождения производственных практик ежегодно заключаются договоры с ведущими геологоразведочными и горнодобывающими предприятиями юга Кемеровской области (среди них ОАО «Запсибгеолсъемка», ООО «Южно-Кузбасское геологоразведочное управление», ОАО «Южкузбасуголь», ОАО «Западно-Сибирское геологическое управление» и др.). Характерно, что в большинстве случаев студенты устраиваются на рабочие места геологического профиля (как правило, техник-геолог) с выплатой реальной заработной платы и выполнением конкретных геологических заданий.

Инициатива открытия в СибГИУ подготовки горных инженеров-геологов принадлежала кандидату геолого-минералогических наук О.Г. Епифанцеву, заведовавшему в 1992 – 2009 гг. кафедрой ГиГ. Необходимость открытия направления подготовки инженеров-геологов основана на результатах изучения потребностей геологоразведочных и горно-добычных предприятий региона в инженерно-геологических кадрах. Анализ показал парадоксальную ситуацию: в регионе с мощной и разветвленной геологической службой в геологоразведочных и горнодобывающих предприятиях (по состоянию на 01.01.2013 г. на территории Кемеровской области действуют 674 лицензии на право пользования недрами, включая добычу природного газа, подземных вод и общераспространенных полезных ископаемых [1]) не велась подготовка инженеров-геологов, а кадры, подготавливаемые за пределами области (Томский государственный университет, Томский политехнический университет, Новосибирский государственный университет), как правило, не возвращались в регион. Следствием этого стали хроническая нехватка инженерно-геологических кадров и их возраст вначале в горнодобывающей, а затем и в геологоразведочной отраслях. Не редкость, когда должности инженеров-геологов, старших геологов занимают маркшейдеры или техники-геологи. Отсюда следует ухудшение качества геологической документации, сопровождающей геологоразведочные и добычные работы, подсчет и учет движения запасов полезных ископаемых. Наглядным примером вышесказанного может служить трудоустройство первого выпуска инженеров геологов на предприятиях Кузбасса. Из семи выпускников все устроены на работу по полученной специ-

альности, а двое сразу стали главными геологами крупных угледобывающих предприятий. С одной стороны, это подтверждение качества подготовки специалистов в университете, а с другой – показатель острой нехватки геологических кадров даже на ведущих предприятиях.

В ходе учебы студенты, помимо приобретения профессиональных знаний и умений, принимают участие в научно-исследовательской деятельности (различные виды хоздоговорных работ и исследований по программам научного сотрудничества с ведущими вузами, НИИ, институтами Сибирского отделения РАН, зарубежными университетами и компаниями). Участие в таких проектах помогает выработке у студентов научного мышления и умения анализировать исследуемый материал и синтезировать результаты проведенных работ.

Научная деятельность кафедры ГиГ достаточно разноплановая, сведена в зарегистрированную в Министерстве образования и науки школу «Закономерности формирования месторождений осадочного комплекса полезных ископаемых» [2]. Научные исследования направлены на определение и детализацию геологического возраста вмещающих месторождения полезных ископаемых пород и обоснованию на этой основе рекомендаций и прогнозов по поиску месторождений полезных ископаемых осадочного генезиса. Эти исследования можно отнести к разряду фундаментальных, поскольку они направлены на изучение развития жизни на нашей планете, например, проект «Первые тетраподы Сибири» (СибГИУ и университет Упсала, Швеция) или проект «Колонизация суши живыми организмами» (СибГИУ и Томский государственный университет). В настоящее время ведутся работы по подготовке к поискам местонахождений пермских рептилий в Кузбассе (до настоящего времени их находки на территории Сибири неизвестны). Кафедра занимается изучением морских ископаемых палеозойской эры (мшанки, брахиоподы), ископаемых растений девона, остракод кайнозоя. Проводится изучение современного (и бывшего) оледенения Кузнецкого Алатау и на этой основе выявляются закономерности изменения климата в регионе в последние несколько миллионов лет, делаются попытки количественно оценить скорости осадко- и угленакпления в пермских отложениях Кузбасса. Отдельно следует выделить направление работ, связанное с ранжированием и описанием геологических памятников природы территории юга Западной Сибири (прежде всего Кемеровской области). Значительная часть из них представляет, кроме научного, еще и познавательный инте-

рес, они могут рассматриваться как часть рекреационного потенциала региона.

Полученные результаты исследований публикуются в периодических научных изданиях разного уровня – от вузовского («Вестник Сибирского государственного индустриального университета») до регионального («Известия Алтайского отдела Русского географического общества»), федерального («Доклады РАН, серия геологическая») и международного («Earth-Science Reviews», «Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology»). Эта деятельность кафедры направлена на выявление и подготовку молодых перспективных исследователей для последующего включения в образовательный процесс, омоложения возрастного состава кафедры.

В настоящее время ведется подготовка к открытию при кафедре аспирантуры по специальности 25.00.02 – палеонтология и стратиграфия направления науки о Земле, что позволит готовить в рамках вуза кандидатов геолого-минералогических наук. Для открытия обучения по этому направлению аспирантуры кафедра соответствует всем необходимым критериям и индикаторам.

Дальнейшее совершенствование технологии обучения инженеров-геологов теснейшим образом зависит от общего состояния дел в горной отрасли Кузбасса, от количества действующих горных и геологоразведочных предприятий. У коллектива кафедры ГиГ налажены устойчивые связи с Кемеровским филиалом Федерального бюджетного учреждения «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу», ОАО «Запсибгеолсъемка», ОАО «Южкузбассуголь», ОАО «Западно-Сибирское геологическое управление», ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» и др. Представители производственных организаций входят в состав Государственной аттестационной комиссии, которая оценивает качество подготовки инженеров-геологов в СибГИУ. Такой симбиоз ведущих геологов-практиков и геологов-педагогов обеспечивает объективную оценку зрелости выпускников и уровня их профессиональной компетенции.

Целям дальнейшего совершенствования процесса подготовки инженерно-геологических кадров в университете будет служить и недавнее вступление вуза в Учебно-методическое объединение вузов России по профилю «прикладная геология».

В реальной перспективе создание при кафедре научно-исследовательской палеонтологической лаборатории, в рамках которой воз-

можно совмещение учебного процесса и научно-производственной деятельности. В настоящее время создан проект будущей лаборатории с перечнем необходимого лабораторного оборудования и приборов. Реализация этого проекта предполагается через участие в системе грантов различного уровня.

С учетом потребностей реального производства ежегодный набор абитуриентов на направление подготовки «прикладная геология» не должен превышать 15 – 20 человек. Такое количество студентов не обеспечит нормальное функционирование кафедры, для ее дальнейшего развития и укрепления необходимо открытие новых специальностей горного направления. В качестве возможной рассматривается перспектива открытия подготовки по специальности маркшейдерия (в этом случае вуз полностью закрыл бы все специальности горного профиля подготовки). Несмотря на все очевидные выгоды новой специальности следует отметить, что ее открытию должно предшествовать мощное приборное дооснащение кафедры, что требует значительных финансовых затрат и вряд ли возможно в сложившейся к настоящему времени ситуации.

Основными специалистами горного производства, определяющими стратегию освоения недр и направления развития технологии эффективной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых, являются горные инженеры-технологи. Их подготовку осуществляют научно-педагогические коллективы кафедр открытых горных работ и геотехнологии.

Созданию кафедры открытых горных работ предшествовала организация в 1996 г. секции «Открытых горных работ» при кафедре «Разработки рудных месторождений», которую возглавил к. т. н., профессор А.И. Федоренко.

2001 г. стал для кафедры открытых горных работ знаменательным – произошел первый выпуск инженеров-открытчиков, в этом же году кафедра стала самостоятельным структурным подразделением (приказ № 451 от 10.04.01), секция «Открытых горных работ» была преобразована в кафедру с одноименным названием.

Одними из первых преподавателей вновь образованной кафедры были доцент Б.П. Караваев – специалист с обширным производственным стажем в области разработки угольных месторождений открытым способом, д.т.н. В.А. Квочин – опытный исследователь в области геомеханики, А.И. Федоренко (зав. кафедрой 2001-2011 гг).

В последующие годы кафедра укрупнилась и развивалась, и вместе с кафедрой увеличи-

вался и рос профессорско-преподавательский состав. Весомый вклад в воспитание специалистов в области разработки открытым способом внесли: д.т.н. Лобанова Т.В. – крупный специалист в области сдвига и деформаций породного массива, доцент Андреев А.В. – горняк с большим научным и производственным стажем, Николаев Е.Д. – уникальный специалист в области карьерного транспорта, кандидат биологических наук Семин И.С. – специалист в области рекультивации, кандидат технических наук Стафеев А.А.

В 2011 г. кафедру возглавил и по настоящее время осуществляет эффективное руководство кафедрой к.т.н., профессор, полный кавалер ордена «Шахтерская Слава» Чаплыгин В.В. – горняк с огромным опытом в области разработки угольных месторождений.

Одними из приоритетных направлений научных исследований кафедры «Открытых горных работ» являются комплексное исследование полезных ископаемых и повышение безопасности буровзрывных работ на карьерах. В связи с этим для повышения эффективности научной работы и консолидации усилий в данных научных областях в 2014 г. в состав кафедры «Открытых горных работ» вошла кафедра «Обогащение полезных ископаемых» и секция «Взрывное дело».

Деятельность кафедры открытых горных работ посвящена развитию одного из основных направлений – повышения эффективности угледобычи в России и, в частности, – Кузбассе. В соответствии с «Энергетической стратегией России на период до 2020 г.» осуществляется преимущественное развитие открытого способа разработки месторождений с доведением его удельного веса в общем объеме добычи с 64 % в 2007 г. до 75 – 80 % в 2020 г. При этом ведущее положение сохраняется за Кузнецким и Канско-Ачинским бассейнами, обладающими значительными запасами углей различного марочного состава.

Деятельность кафедры ОГР направлена на дальнейшее развитие открытой угледобычи по следующим основным направлениям:

- повышение технологического и экономического уровня горного производства на основе нового горно-транспортного оборудования и ресурсосберегающих природоохранных технологий добычи угля;
- существенное снижение негативного воздействия горных работ на окружающую среду посредством комплексного использования и утилизации производственных отходов, повышения инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности открытой угледобычи;

- развитие перспективной организационной основы угольной отрасли в том числе открытой угледобычи посредством перехода к формированию угольно-энергетических кластеров, поставляющих на рынок энергопродукт для финального использования, либо электрическую и тепловую энергию.

Развитие открытой угледобычи по указанным направлениям невозможно без надежного кадрового обеспечения отрасли. Будущие горные инженеры должны обладать знаниями, позволяющими решать задачи обеспечения эффективной деятельности не только конкретных предприятий, но и производить анализ состояния угледобывающей отрасли на региональном и международном уровне. Стандарты подготовки горных инженеров нового поколения позволяют сформировать знания и компетенции, отражающие эти тенденции.

Кафедра ОГР СибГИУ обладает обширными ресурсами в сфере высшего горного образования: лицензированное современное специализированное программное обеспечение, учебные лаборатории, оборудованные для практического изучения горнотехнических задач, высококвалифицированные научно-педагогические кадры, применяющие в процессе обучения интерактивные технологии различных уровней и регулярно повышающие свою квалификацию.

Кафедра активно ведет научно-исследовательскую работу по следующим направлениям:

- выбор и обоснование оптимальных параметров дробильно-сортировочных комплексов для угольных разрезов с использованием результатов определения контактной прочности пород метода PLT (рис. 2);
- развитие методики измерения прочностных показателей горных пород методом PLT для оптимизации параметров буровзрывных работ и улучшения качества дробления;
- мониторинг процессов сдвига и напряженно-деформированного состояния геомассива;
- разработка и внедрение в производство эффективной технологии очистки ленточных конвейеров;
- обоснование области применения прибортовых перерабатывающих комплексов на угольных разрезах Кузбасса и комплексов глубокой разработки угольных пластов (КГРП) на угольных разрезах Кузбасса (рис. 3).

Студенты в процессе обучения совместно с преподавателями участвуют в научно-исследовательской деятельности в качестве исполнителей, при этом реализуется и разви-



Рис. 2. Исследование свойств пород методом PLT

вается их творческий потенциал и формируется понимание научных основ горного дела.

Участие в научно-исследовательской работе, ежегодные продолжительные стажировки в рамках производственных практик, высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав, применение современных средств и методов обучения – это факторы, формирующие фундаментальное ядро знаний, владение которым повышает уровень адаптивности горного инженера будущего к продуктивной деятельности не только на региональном, но и международном уровне.

Для повышения качества и безопасности ведения взрывных работ в горнодобывающей промышленности в России и Кузбассе стали создаваться специализированные предприятия по ведению взрывных работ: ООО «Кузбассвзрывпром», ОАО «Взрывпром Юга Кузбасса», ОАО «Завод «Знамя» и многие другие. На многих предприятиях построены пункты по изготовлению взрывчатых веществ, появились новые системы инициирования: электродетонаторы с электронным замедлением, управляемые с персонального компьютера. Все это потребовало подготовки квалифицированных кадров инженеров-взрывников. Поэтому в 2002 г. на кафедре разработки рудных месторождений была открыта специальность «Взрывное дело», а с 2014 г. подготовка ведется на кафедре открытых горных работ. Подготовку инженеров-взрывников под руководством лауреата премии Правительства РФ, к.т.н. И.В. Машукова за этот период осуществ-

ляли преподаватели с большим производственным, проектным и исследовательским опытом: к.т.н. С.М. Смирнов, к.т.н. Г.Н. Волченко, Т.П. Васильченко, А.А. Хобта, О.В. Залеская, И.И. Дмитриев.

За это время подготовлено 76 инженеров-взрывников, большинство из которых успешно работают на предприятиях. СибГИУ – это единственный вуз за Уралом, осуществляющий подготовку горных инженеров этого профиля.

Производство взрывных работ сопряжено с негативным воздействием на окружающие территории – это ударные воздушные волны, загрязнение ядовитыми газами и сейсмические колебания. Снижение этого воздействия, повышение безопасности работ и эффективности – основные задачи горных инженеров-взрывников. По решению этих задач сотрудниками кафедры выполнялись научно-исследовательские работы. По направлению взрывного дела выполнены два гранта на сумму 3 млн. руб и более 10 хозяйственных работ с угольными разрезами и железорудными предприятиями по мониторингу уровня сейсмического воздействия массовых взрывов на охраняемые здания. По проведенным работам совместно с экспертной организацией ОАО «Научный Центр ВостНИИ по безопасности работ в горной промышленности» подготовлены заключения экспертизы промышленной безопасности, в которых рекомендовались мероприятия по снижению негативного воздействию массовых взрывов на близко расположенные поселки. В этой работе активно принимают участие студенты, которые выступают на конференциях, печатают статьи, выполняют дипломные работы.

Создание кафедры «Обогащение полезных ископаемых» – это веление времени – и стало завершающим звеном в технологической цепи подготовки специалистов на горном факультете: геологоразведочные работы, добыча полезных ископаемых из недр, первичная их переработка и, одновременно, подготовка сырья для металлургического производства черных и цветных металлов. У истоков создания кафедры стояли главный обогатитель ОАО «Евразруда», к.т.н. Ефанов Г.И., к.т.н. Кривошеин В.Р.

Первый набор студентов-обогащателей был произведен в 2004 г. В настоящее время в Кузбассе развернулось интенсивное строительство обогатительных фабрик. Это и вызвало необходимость подготовки инженерных кадров по обогащению полезных ископаемых. Весной 2009 г. кафедра выпустила первую группу в количестве 20-ти молодых специалистов, а за все время существования кафедры подготовлено



Рис. 3. Комплекс глубокой разработки пластов [3]

более 100 специалистов, которые оказались востребованы на обогатительных фабриках не только Юга Кузбасса, но и в Норильске, Сорске и на других предприятиях Сибири.

За этот период кафедрой была проведена большая учебно-методическая работа с целью обеспечения учебного процесса на современном уровне: было издано 54 методических указаний по лабораторным, практическим, курсовым, дипломным работам. В настоящее время полностью укомплектованный состав кафедры состоит из опытных преподавателей и ее выпускников, обучающихся одновременно в аспирантуре. Общее руководство кафедрой с момента основания осуществлял ее заведующий – к.т.н., профессор Кривошеин В.Р., а с января 2012 г. кафедру возглавляет доцент Лысенко Н.Л., в 2014 г. кафедра «Обогащение полезных ископаемых» вошла в состав кафедры «Открытые горные работы».

Выдающимися преподавателями специальности являются профессор, д.т.н. Мурко В.И., профессор, д.т.н. Антипенко Л.А. Мурко В.И. опубликовано более 100 публикаций, научных работ и монографий. Антипенко Л.А. является автором более 150 публикаций, из которых 9 учебно-методических, 100 научных работ и 47 авторских свидетельств и патентов на изобретения, объективно считается ученым специалистом мирового уровня, что подтверждено ее многочисленными выступлениями на научных форумах. Л.А. Антипенко награждена медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина»; орденом «Трудового Красного Знамени»; знаком «Шахтерская слава» трех степеней; Почетным званием «Почетный работник ТЭК»; медалью «За

особый вклад в развитие Кузбасса»; Почетным званием «Почетный гражданин Кемеровской области».

Первый набор студентов-горняков осуществлен в 1948 г. на только что открытую кафедру разработки месторождений полезных ископаемых (РаМПИ). Первым заведующим кафедрой был доцент, к.т.н. Белоусов С.Н. За 66-летнюю историю деятельности кафедры РаМПИ на ее базе были созданы кафедры гидродобычи, вентиляции и техники безопасности, открытых горных работ. За это время подготовлено значительное количество горных инженеров – «рударей», многие из которых стали известными руководителями предприятий, учеными и политическими деятелями, которые внесли значительный вклад в горную промышленность, создание учебной и лабораторной базы в СибГИУ. Выпускник кафедры Шатилов Н.И., будучи председателем Совета народных депутатов Кемеровской области, отремонтировал и оснастил современным оборудованием именную аудиторию.

Продолжает подготовку горных инженеров для угольных шахт и рудников творческий коллектив кафедры геотехнологии, которая создана в 2014 г. посредством слияния кафедр разработки рудных и пластовых месторождений полезных ископаемых. Кафедрой заведует д.т.н., профессор Фрянов В.Н., действительный член Российской академии естественных наук и Академии инженерных наук, Почетный работник угольной промышленности, Заслуженный работник высшей школы, Почетный профессор Кузбасса.

Кафедра осуществляет подготовку квалифицированных инженерных кадров по специ-

альности 130400 «Горное дело», специализации «Подземная разработка рудных месторождений» и «Подземная разработка пластовых месторождений». В период 1960 – 2014 гг. на кафедре подготовлено более 8000 горных инженеров, которые успешно работают на горнодобывающих предприятиях, в вузах, проектных и научно-исследовательских организациях. Выпускники кафедры защитили 16 докторских и более 90 кандидатских диссертаций.

Подготовка дипломированных специалистов осуществляется по очной, заочной, очно-заочной и ускоренной формам обучения, в том числе в структуре корпоративных групп. На кафедре функционируют аспирантура и докторантура по специальности 25.00.22 Геотехнология (подземная, открытая и строительная). В настоящее время по всем формам подготовки на кафедре обучаются более 800 студентов, девять аспирантов и два докторанта.

У кафедры хороший аудиторный фонд, оснащенный современными аудио-видео средствами, лабораторной базой, компьютерным классом. Занятия проводят квалифицированные преподаватели, в том числе три профессора, доктора технических наук, восемь доцентов, кандидатов технических наук. Оснащение кафедры аудиторным фондом, количественный и качественный состав профессорско-преподавательского состава полностью соответствуют требованиям Федерального образовательного стандарта.

На кафедре геотехнологий создана и успешно функционирует научная школа «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья». Основы научной школы были заложены профессором, д.т.н. В.С. Мучником в 1955 г., который был первым заведующим кафедрой гидродобычи.

В рамках научной школы Мучника В.С. были созданы теоретические основы проектирования гидрошахт, разработаны и реализованы проекты строительства гидрошахт в Кузнецком, Донецком и Карагандинском угольных бассейнах. В создание и развитие технологии подземной угледобычи в рамках научной школы большой вклад внесли: В.С. Мучник, Б.А. Теодорович, В.П. Лавцевич, Э.Б. Голланд, Б.М. Гохман, А.Е. Гонтов, М.Ш. Гарипов, Ф.П. Бублик, Г.И. Жабин, Б.Я. Ледовский, А.Н. Златицкий, В.Г. Иванушкин, П.И. Хлебников, Ю.К. Власкин, А.П. Колесников, В.И. Любогощев, Г.В. Манжелевский, Б.П. Одинок, В.Р. Сальников, А.Я. Семенихин, В.В. Сенкус, В.В. Соин, Б.М. Стефанюк, В.А.

Татьков, Г.Т. Тютиков, В.Н. Фрянов, В.М. Хазов и др.

С учетом сложившейся экономической ситуации в рамках научной школы в период до 2005 г. исследования проводились по следующим основным направлениям.

1. Разработка и внедрение новых элементов технологии подземной гидродобычи с подземным обогащением горной массы и выдачей на поверхность концентрата. По предложенной технологии отработаны выемочные участки на Бунгуро-Чумышском, Байдаевском, Кедровском месторождениях. По результатам исследований защитили докторские диссертации В.Н. Фрянов, А.А. Атрушкевич, В.А. Атрушкевич, О.А. Атрушкевич, кандидатские диссертации А.Я. Семенихин, В.И. Любогощев, Г.П. Манжелевский, Б.Я. Целлермаер, Вал.В. Сенкус, Вас.В. Сенкус и др.

2. Совершенствование и адаптация традиционной технологии угледобычи к сложным горно-геологическим и горнотехническим условиям. По результатам исследований защитили докторские диссертации: В.А. Сухоруков, В.Г. Лаврик, С.Р. Ногих, Л.Д. Павлова, Н.И. Синкевич, А.Н. Домрачев, И.Ф. Матвеев; кандидатские диссертации: А.Е. Гонтов, И.В. Абрамова, А.В. Чубриков, В.Р. Кривошеин, К.Д. Лукин, В.А. Волошин, В.В. Соин, М.М. Шипулин, Т.В. Петрова, П.П. Дочев, А.В. Севостьянов, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Ю.В. Дубовик, В.Г. Криволапов, Ю.А. Златицкая, А.М. Никитина, Л.В. Разумова, М.А. Корбашов, Г.В. Манжелевский, А.В. Косилов, О.А. Утиралов, С.Г. Фомичёв, Е.А. Чувелева, О.А. Петрова, Ю.М. Говорухин и др.

Кадры высшей квалификации готовились по схеме студент → магистр → аспирант → докторант. Подготовка и защита диссертаций осуществлялась в диссертационных советах Института угля и углекислоты СО РАН, ИГД СО РАН, КузГТУ, ВостНИИ, СибГИУ по специальностям: 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная); 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»; 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»; 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В связи с создавшейся при переходе к рыночным условиям негативной ситуацией и необходимостью реализации «Энергетической программы России на период до 2020 года», согласно которой необходимо добыть 375 – 430 млн. т угля, а в Кузбассе 179 – 180 млн. т

угля, программа научной школы переориентирована по следующим направлениям.

1. Разработка теоретических основ для создания роботизированной шахты с обоснованием технологических, геомеханических, газодинамических и организационных параметров угледобывающего предприятия. По этой тематике защищены кандидатские диссертации: А.В. Шураков (2003 г.), А.А. Иванов (2006 г.). Исследования проводят Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов, А.Б. Цветков и др.

2. Разработка адаптированной к условиям Кузбасса технологии отработки угольных месторождений комбинированным способом с использованием элементов открытой, подземной, гидравлической и нетрадиционной технологий. Защищены: докторская диссертация А.Н. Домрачевым (1996 г.); кандидатские диссертации: В.А. Сурков (1998 г.), А.Н. Говор (2000 г.), Ю.В. Степанов (2004 г.), Т.М. Кутцар (2007 г.). Исследования продолжают Д.М. Борзых, О.В. Ванякин, А.Н. Домрачев, С.В. Риб, В.В. Сенкус, В.Н. Фрянов и др.

3. Создание научных и методических основ обеспечения промышленной безопасности посредством активной дегазации угольного массива, разработки методов прогноза предаварийной ситуации на угольных шахтах для профилактики взрывов метана, угольной пыли, воздушных ударов. Кандидатские диссертации: И.В. Абрамова (1994 г.), М.И. Радиковский (1998 г.), С.В. Ясюченя (2005 г.), В.Г. Криволапов (2006 г.), В.Н. Наумкин (2006 г.). Исследования продолжают Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев, М.Г. Коряга, В.Г. Криволапов, О.А. Петрова, В.Н. Фрянов и др.

4. Математическое моделирование геомеханических и газодинамических процессов, происходящих в углепородном массиве под влиянием пространственно-временного расположения системы горных выработок. Докторская диссертация – Л.Д. Павлова (2007 г.); кандидатские диссертации: Ю.В. Дубовик (2001 г.), А.В. Копеин (2001 г.), Ю.А. Степанов (2002 г.), Ю.А. Златицкая (2004 г.), А.М. Никитина (2006 г.), Л.В. Разумова (2007 г.). Исследования продолжают Е.С. Корнев, В.Г. Криволапов, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов, А.Б. Цветков и др.

5. Разработка стратегии управления социально-экономическими системами топливно-энергетического комплекса Кузбасса. Докторская диссертация – Т.В. Петрова (2005 г.); кандидатские диссертации: А.В. Новичихин (2004 г.), О.В. Дмитриева (2007 г.), Ю.Д. Приступа (2013 г.). Исследования продолжают О.В. Дмитриева,

А.В. Новичихин, Л.Д. Павлова, Ю.Д. Приступа, В.Н. Фрянов и др.

Проведение исследований по каждому направлению осуществляют студенты, аспиранты, докторанты и прикрепленные к СибГИУ соискатели.

Научно-исследовательская работа проводится в соответствии с планами НИР по грантам, хоздоговорных работ и инициативных работ аспирантов и соискателей по темам диссертаций. В последние годы в связи с ограничением бюджетного финансирования научно-исследовательских работ на кафедре активизировались процессы по внедрению результатов исследований на угольных шахтах Кузбасса.

За последние пять лет выполнены НИР на общую сумму 9552,5 тыс. руб., в том числе по хоздоговорам 2374,0 тыс. руб.

Основные результаты исследований опубликованы в 13 монографиях, 650 статьях ведущих научных изданий, учебных пособиях.

Перспективным этапом в развитии кафедры и специальности является переход от традиционной концепции подготовки специалиста как человека, владеющего определенной (фиксированной) суммой знаний и навыков, к компетентностному подходу, подразумевающему формирование у студентов потенциала к самостоятельному обучению в рамках собственной и смежных специальностей, а также общему творческому развитию как работника и личности. Важными шагами в реализации этого направления стали создание методического обеспечения и организация контроля самостоятельной работы студентов при изучении профильных дисциплин в рамках специальности.

Важным звеном в подготовке горных инженеров является получение в соответствии с компетенциями знаний по обеспечению промышленной и экологической безопасности. Эти функции успешно реализуются на кафедре горнопромышленной экологии и безопасности жизнедеятельности (ОЭиБЖД). Кафедра организована на горном факультете в 1962 г. путем выделения из кафедры разработки месторождений полезных ископаемых и гидродобычи нескольких научных работников и учебных помещений. В настоящее время на кафедре работают 10 преподавателей, в том числе один профессор и девять доцентов.

В разные годы кафедру возглавляли Г.А. Карпов, А.М. Примыский, В.П. Лавцевич, Н.К. Коротких, Т.В. Киселева. В настоящее время заведующей кафедрой является кандидат биологических наук, доцент Семина И.С.

Наивысших результатов кафедра ОЭиБЖД достигла под руководством В.П. Лавцевича,

который был авторитетным ученым в области экологии и промышленной безопасности, возглавлял в университете научное направление «Теоретические основы экологически безопасных процессов комплексного использования минерального сырья и отходов производства», являлся автором более 100 публикаций. Усилиями Лавцевича В.П. на базе кафедры был создан в СибГИУ «Учебный центр охраны труда и промышленной безопасности». Повышение квалификации в учебном центре прошли несколько тысяч специалистов предприятий.

В 2014 г. кафедра «Общей экологии и безопасности жизнедеятельности» переименована в кафедру «Горнопромышленной экологии и безопасности жизнедеятельности». Вновь образованная кафедра становится выпускающей и выполняет подготовку специалистов по направлению 130400 «Горное дело», специализация «Горнопромышленная экология». В 2014 г. осуществлен первый набор студентов.

Основные научные направления работы кафедры:

- развитие фундаментальных основ экономически эффективной утилизации углеродосодержащих отходов на основе их использования в качестве топлива для автоматизированных котельных установок и производства строительных материалов из зольных остатков; по результатам научных исследований опубликована монография «Современные энерготехнологические процессы глубокой переработки твердых топлив». Получен патент на изобретение «Способ использования конверторного газа для производства топлива» (д.т.н., профессор М.Б. Школлер);

- исследование условий труда и разработка методов обеспечения безопасности угольных шахт с целью обеспечения безопасных, комфортных условий труда для работников опасных производственных объектов путем совершенствования организации управления инженерно-технического и рабочего персонала; совершенствование организации управления безопасностью и эффективностью труда рассматривается по нескольким направлениям, а именно: совершенствование организации работы инженерно-технического персонала, совершенствование организации работы специалистов, совершенствование организации работы руководителей, порядок разработки целевых программ, условия развития предприятия и систем стимулирования; в результате исследований обоснованы и предложены методические рекомендации по оценке и идентификации опасностей, рисков и процедуре управле-

ния ими в условиях предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты (к.т.н., доценты В.В. Мячин, В.В. Обрядин);

- мониторинг, оценка почвенно-экологического состояния и прогнозирование техногенно нарушенных территорий Кузбасса; совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН разработан спектр технологий рекультивации нарушенных земель и оценена их почвенно-экологическая эффективность в разных природно-климатических условиях (к.б.н., доцент И.С. Семина);

- анализ травматизма и аварийности на электроэнергетических опасных производственных объектах Кузбасса; в результате анализа существующей нормативно-правовой базы в области охраны труда и промышленной безопасности и исследований в области оценки техногенного риска разработаны новые обобщенные и частные показатели для количественной оценки результативности и экономической эффективности системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на электроэнергетическом опасном производственном объекте (к.х.н., доцент С.А. Лежава, аспирант А.Н. Поздняков).

Студенты Института горного дела и геосистем совместно с профессорско-преподавательским составом кафедры принимают участие в научно-исследовательских работах. Результаты научных исследований изложены в шести учебных пособиях с грифом УМО и двух монографиях.

На кафедре по результатам научных исследований регулярно проводятся конференции, где студенты выступают с докладами, проводят анализ причин травматизма на производстве, разрабатывают мероприятия по снижению травматизма и профзаболеваний, по мониторингу экологического состояния техногенно нарушенных территорий Кузбасса.

Среди наиболее важных достижений коллектива можно выделить следующее:

- коллектив кафедры активно принимает участие в специализированных выставках, конкурсах и научных конференциях;

- ежегодно профессорско-преподавательский состав принимает участие в конкурсе на «Лучший учебник (учебное пособие)»;

Получены следующие награды:

- почетная грамота за II место в номинации «Математика, естествознание и компьютерные науки» конкурса «Лучший учебник (учебное пособие) – 2010» за учебное пособие «Безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях»;

– почетная грамота за II место в номинации «Математика, естествознание и компьютерные науки» конкурса «Лучший учебник (учебное пособие)» за учебное пособие «Экология. Экологическая безопасность в техносфере»;

– почетная грамота руководителю команды Сибирского государственного индустриального университета за высокие достижения в области экологического образования (Всероссийская олимпиада по экологии, 2009 г.);

– диплом администрации Кемеровской области за III место в конкурсе «Лучший учебник (учебное пособие)» в номинации «Медицина, экология, здоровый образ жизни» конкурса «Лучший учебник (учебное пособие) СибГИУ» за учебное пособие «Безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях» (2011 г.);

– диплом за I место в номинации «Техника и технология, транспорт и связь, строительство, архитектура» за учебное пособие «Горноспасательное дело»;

– на выставке «Кузбасская ярмарка. Образование. Карьера. Занятость» за учебно-методический комплекс по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов технических направлений, представленный на конкурс «Лучший экспонат», награждены дипломом и серебряной медалью (2013 г.);

– на Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» в номинации «Разработка и внедрение технических средств обеспечения безопасности жизнедеятельности; средства индивидуальной защиты» за создание современных учебных ресурсов для безопасного и экологически обоснованного функционирования горного производства награждены дипломом и золотой медалью (2013 г.);

– за лучший экспонат на Международной выставке-ярмарке «Экспо-уголь» отмечены дипломом и золотой медалью (2013 г.);

– на выставке «Кузбасская ярмарка. Образование. Карьера. Занятость» за разработку современных учебных ресурсов для безопасной и экологически обоснованной работы горного производства, представленных на конкурс «Лучший экспонат», награждены дипломом и серебряной медалью (2014 г.);

– диплом за I место в номинации «Сельскохозяйственные науки и экология» за монографию «Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойство и режимы функционирования» (2013);

– благодарственное письмо Заместителя Министра энергетики РФ за активное участие и плодотворное сотрудничество в рамках организации Федерального проекта «Второй

Всероссийский Чемпионат по решению кейсов в области горного дела» (2014 г.)

Кафедра осуществляет сотрудничество с университетом г. Додома, Танзания. Кандидат химических наук, доцент С.А. Лежава в течение двух лет осуществляла подготовку инженеров по дисциплине БЖД на английском языке в качестве профессора университета.

За пятьдесят три года своего существования кафедра внесла большой вклад в систему подготовки горных инженеров и других специалистов и выполнила ряд научно-исследовательских работ, имеющих большое теоретическое и практическое значение.

Успешную подготовку горных инженеров механиков и специалистов по автоматизации горного производства осуществляет кафедра электромеханики, основанная в 1950 г. Организатором и первым заведующим кафедрой был А.Л. Виноградов. В дальнейшем кафедрой возглавляли И.К. Хрусталева, Н.Г. Бабаев, В.Д. Петунов, В.И. Вавиловский. С 1978 г. кафедрой заведует д.т.н., профессор Е.В. Пугачев.

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку высококвалифицированных специалистов по государственному образовательному стандарту, а также по программам аспирантуры и докторантуры.

За 65 лет кафедрой подготовлено более 4 тысяч специалистов по дневной, вечерней, заочной и ускоренной формам обучения. Выпускники плодотворно трудятся в различных сферах науки и производства. Из них 110 человек получили диплом с отличием; 39 защитили кандидатские диссертации, 10 – докторские, многие занимают руководящие посты различного уровня.

На кафедре постоянно развивается лабораторная база. В настоящее время на кафедре функционируют лаборатории, оснащенные современным оборудованием производства фирм «ИНГОРТЕХ», «Шнайдер Электрик», «ДЭП».

С 2000 г. кафедра электромеханики является базовой в Кузбассе по разработке, внедрению и сервисному обслуживанию шахтных информационно-управляющих систем, обеспечивающих безопасность труда шахтеров. Кафедра работает по договору о стратегическом сотрудничестве с фирмой «ИНГОРТЕХ» (г. Екатеринбург), укомплектовавшей современной аппаратурой в обучающем классе, где помимо занятий со студентами осуществляется повышение квалификации специалистов горных предприятий.

Кафедрой также заключены договоры о сотрудничестве с ЗАО «Шнайдер Электрик» (Франция), компанией «ДЭП» (г. Москва) и с

Федеральным государственным унитарным геологическим предприятием «Запсибгеолсъемка».

Продуктивное сотрудничество кафедры с научно-производственной фирмой «ИНТЕХСИБ», разрабатывающей и внедряющей в производство инновационное автоматизированное электрооборудование, позволяет выполнять научные работы на сумму свыше 18 млн. рублей в год. Совместные разработки получили диплом лауреата Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», стали лауреатом конкурса «Лучшие товары и услуги Кузбасса», неоднократно награждались медалями и дипломами «Кузбасской ярмарки».

Сотрудники и студенты кафедры ежегодно участвуют в работе Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Статьи сотрудников и аспирантов кафедры регулярно публикуются в сборниках научных работ по материалам выставки. Руководителю научной школы кафедры д.т.н., профессору Пугачеву Е.В. неоднократно вручались благодарственные письма ЗАО «Кузбасская ярмарка» за плодотворное многолетнее сотрудничество. Сотрудниками и студентами кафедры получено на Всероссийских и Международных выставках и конкурсах более 30 дипломов, Золотых и Серебряных медалей.

С момента основания кафедрой проводится большая научно-исследовательская работа. Первые научные работы были посвящены созданию аппаратуры автоматизации режима динамического торможения для шахтных подъемов (руководители к.т.н., доцент В.И. Вавиловский и старший преподаватель В.И. Тарасов). Е.В. Пугачев возглавлял работы по исследованию режимов заряда, созданию и внедрению тиристорных зарядных устройств для аккумуляторных батарей.

Научные разработки кафедры широко известны специалистам Российской Федерации и бывшего СССР. Созданная и возглавляемая профессором Е.В. Пугачевым Кузбасская научная школа «Теория и практика построения и эксплуатации автоматизированных электро-механических систем шахтного назначения с аккумуляторными источниками питания» длительное время продуктивно работала в тесном взаимодействии с Минуглепромом СССР и Минэлектротехпромом СССР. В 1980 г. под руководством Е.В. Пугачева кафедрой совместно с Всесоюзным научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим аккумуляторным институтом (г. Санкт-Петербург) выполнены хозяйственные работы на сумму 120 тыс. рублей. Экономический эффект

от внедрения составил 520 тыс. рублей, получено 20 авторских свидетельств.

Внедрение разработанных школой высокоэффективных методов, ресурсосберегающих технологий и технических средств способствовало развитию научно-технического потенциала угледобывающей отрасли Кузбасса и Российской Федерации. Конкретные разработки внедрены в серийное производство со значительным экономическим эффектом и обеспечили существенное повышение эффективности функционирования систем автоматизированного электрооборудования, а в ряде случаев позволили создать системы, не имеющие аналогов в отечественной и зарубежной практике.

С 1990 г. на кафедре сформировано основное научное направление «Теория и практика информационно-материальных технологий в электромеханических системах горно-металлургического комплекса», по программе которого в настоящее время работает научная школа.

В общей сложности по результатам деятельности научной школы опубликовано 475 научных статей, тезисов, учебных пособий и монографий, получено 32 авторских свидетельства и патента, 3 свидетельства о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности.

При кафедре успешно функционируют докторантура и аспирантура по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» и 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)». В настоящее время на кафедре обучаются восемь аспирантов и соискателей ученой степени кандидата технических наук, а также один докторант.

В 2014 г. кафедра электромеханики объединилась с кафедрой горных машин.

Кафедра горных машин и рудничного транспорта была организована в 1952 г. Инициатором создания кафедры был Н.В. Филатов. Имея большой стаж работы на производстве, в проектно-конструкторских отделах и опыт преподавательской работы, он смог быстро организовать учебный процесс, методическую и научно-исследовательскую работу на кафедре. В разное время кафедрой заведовали доценты, кандидаты технических наук – Филатов Н.В., Губин В.В., Федин И.А., Дмитриев В.П., Костерин Л.С., Щербина Г.С.

За годы своего существования кафедра сделала 24 выпуска специалистов, работающих сейчас на шахтах и разрезах Кузбасса. Значительная часть из них занимает руководящие должности. Многие выпускники успешно трудятся в науке и преподают в университете.

Всего кафедрой горных машин подготовлено 390 горных инженеров-механиков, 23 выпускника получили диплом с отличием.

Сейчас на кафедре функционируют две учебные лаборатории, класс действующих моделей горных и транспортных машин, учебный полигон горно-шахтного оборудования.

Главной задачей кафедры является подготовка специалистов высокого уровня, востребованных горными предприятиями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г у к о в С.В. О состоянии ГРП в Кемеровской области по итогам 2012 года // Материалы научно-практической конференции «70-летие Кемеровской области, 150-летие В.А. Обручева и 130-летие М.А. Усова». – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. С. 7 – 12.
2. Г у т а к Я.М. Закономерности формирования месторождений осадочного комплекса полезных ископаемых: научно-справочное издание. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. – 50 с.
3. Н е ц в е т а е в А.Г., Г р и г о р я н А.А., П р у ж и н а Д.И. Расчетные и фактические параметры технологии с применением КГРП для отработки пласта Кыргайский 63 на разрезе «Купринский» // Горная промышленность. 2014. № 5. С. 50 – 53.

© 2015 г. Я.М. Гутак, Е.В. Пугачёв,
И.С. Сёмина, В.Н. Фрянов, В.В. Чаплыгин
Поступила 17 марта 2015 г.

УДК 622.272

В.В. Микунов, В.А. Волошин, С.В. Риб

Сибирский государственный индустриальный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ ВЫЕМОЧНОГО СТОЛБА ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

При проведении подготовительных выработок по верхнему слою угля одной заходкой мощного пласта часто возникает проблема с пучением почвы, что приводит к изменению формы и площади поперечного сечения выработки. В связи с этим создаются проблемы с доставкой материалов, оборудования и перемонтажа ленточного конвейера.

Для приведения подготовительных выработок в рабочее состояние в данном случае необходимо осуществить подпорку почвы с привлечением средств малой механизации, а также произвести восстановление конвейерных линий и крепление. Это приводит к дополнительным финансовым затратам и увеличивает сроки подготовки выемочных участков.

В настоящей работе предлагается технология проведения подготовительных выработок двумя заходками по мощности пласта: в первую заходку выработка проводится малого сечения по верхнему слою, а во вторую – с последующей выемкой угля в почве на глубину 1 м (непосредственно перед доставочно-монтажными работами) до проектного сечения посредством подпорки почвы.

В качестве объекта исследования рассматривается вентиляционный штрек, проводимый по пласту б в условиях шахты «Алардинская».

При отработке пласта б вынимаемая мощность составляет 4,5 м, а полная мощность пласта с учетом всех породных прослоек составляет 6,5 – 8 м. Отработка пласта б в пределах шахтного поля сопровождается повышенным пучением пород почвы в период между проведением выработок (оконтуривание выемочного столба длиной 2500 м) и монтажом механизированного комплекса. Пучение почвы фактически не оказывает негативного воздействия в период ведения очистных работ. Незначительные изменения высоты выработки по мере подвигания очистного забоя согласно разработанным мероприятиям по зачистке почвы устраняются механизированным путем или вручную. Наиболее существенные проблемы возникают во время прямого перемон-

тажа механизированного комплекса из демонтированной камеры в монтажную. Заниженная высота выработки, вследствие пучения пород почвы, препятствует проведению доставки механизированных секций крепи в установленные графиком монтажа сроки, что приводит к увеличению времени монтажа комплекса и прямым экономическим потерям.

Для сокращения сроков перевозки секций механизированной крепи разрабатываются мероприятия по заблаговременной зачистке выработок, по которым планируется вести доставку. Эти мероприятия сопряжены с дополнительными затратами на ведение работ по зачистке и с отвлечением проходческих бригад от выполнения работ по воспроизводству очистного фронта.

Предлагается альтернативный вариант подготовки выемочного участка, обеспечивающего доставку секций механизированного комплекса и другого оборудования в запланированном режиме, а также безаварийную работу очистного забоя на протяжении всего срока эксплуатации без дополнительных мероприятий по зачистке выработок от пучения.

Средние темпы проведения оконтуривающих выемочный столб выработок на шахте составляют 180 м в месяц при максимально достигнутых показателях 210 м в месяц. Из анализа проходческого цикла при проходке вентиляционного штрека установлено, что выемка угля из подготовительного забоя сечением $19,2 \text{ м}^2$ ($4,8 \times 3,3 - 4,5$) составляет около 50 мин, возведение временной крепи и подмоостей для установки анкеров по кровле на каждый цикл – 10 мин. Согласно паспорту проведения горной выработки для крепления боков необходимо устанавливать в верхний бок четыре анкера, а в нижний – три (рис. 1 и 2).

Предлагается сократить время проходческого цикла за счет:

– сокращения времени на выемку угля из подготовительного забоя уменьшенного сечения (первая заходка, рис. 3) $14,1 \text{ м}^2$ (вынимаемое сечение $4,8 \times 2,3 - 3,5$);

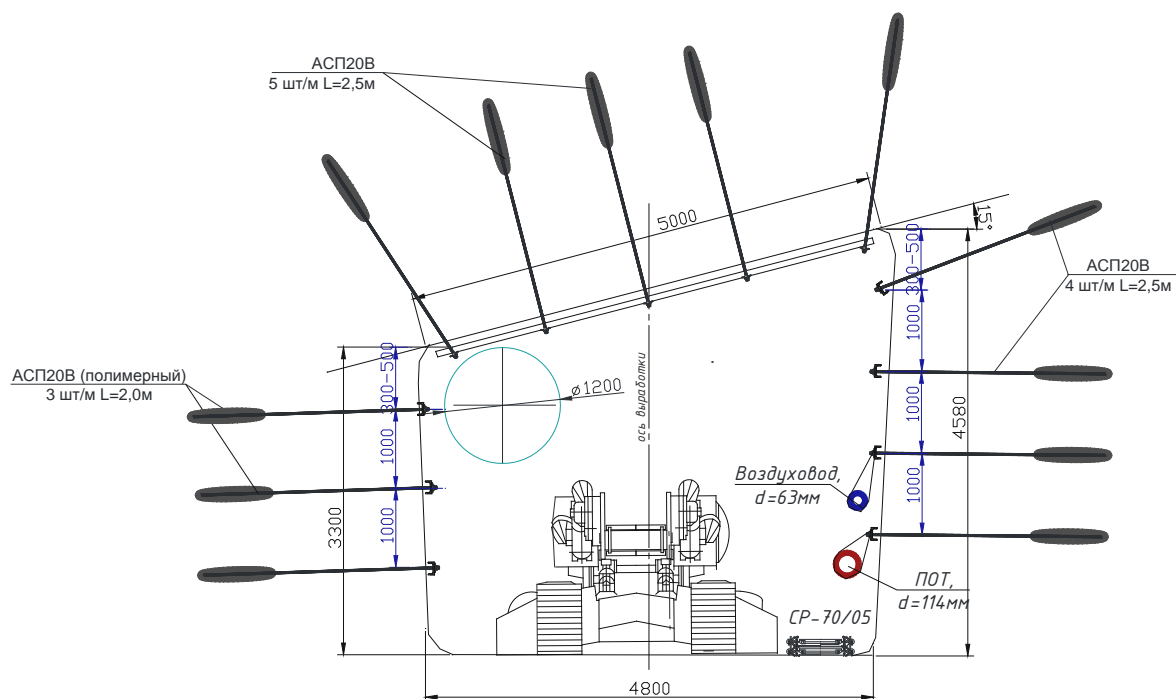


Рис. 1. Поперечное сечение вентиляционного штрека (существующий вариант)

– устранения необходимости возведения монтажных подмостей;

– сокращения количества боковых анкеров до пяти штук с обеих сторон.

В соответствии с установленными показателями проходческого цикла (рис. 4) сокращение времени на 1 погонный метр составит 12 мин (сокращение числа боковых анкеров до пяти штук с обеих сторон), 3 мин (отсутствие монтажных подмостей), 15 мин (сокращение времени на выемку угля).

В предлагаемом варианте технологии время проходческого цикла уменьшается на 30 мин по сравнению с существующим, что позволит повысить темпы проведения выработок до 250 м в

месяц и ускорить в целом время на оконтуривание выемочного участка с 16 до 12 месяцев.

Дополнительно предлагается использовать в технологической схеме самоходный вагон вместо скребкового конвейера СР-70/05, что устранил расходы времени на монтаж и наращивание конвейера. К достоинствам предлагаемого варианта относится снижение затрат на проветривание, так как сокращается сечение выработки в проходке.

После оконтуривания выемочного участка предлагается провести механизированную поддирку почвы на всем протяжении выемочного столба на глубину 1 м (вторая заходка) для обеспечения эксплуатационной высоты выработок 3,3 – 4,5 м.

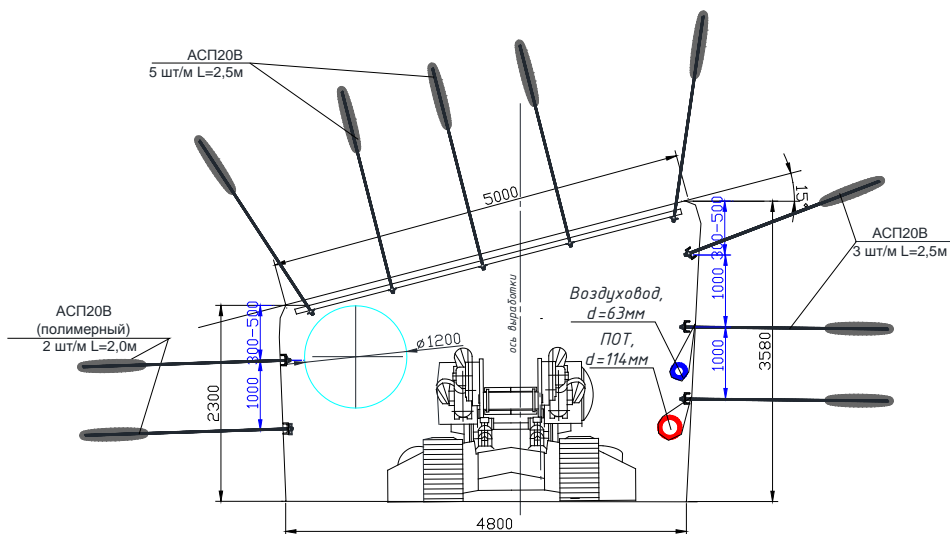


Рис. 3. Поперечное сечение вентиляционного штрека (предлагаемый вариант)

Наименование работы	Объем работ	Время	1 смена				2 смена				3 смена				4 смена											
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8
Прием, сдача смены (тех. перерыв), мин	–	10																								
Прогноз удароопасности, мин	2	50																								
Пропитка угольного массива, мин	2	60																								
Выемка горной массы, м	1,0	50																								
Возведение временной крепи, м	1,0	10																								
Возведение постоянной крепи, м	1,0	50																								
Перетяжка бортов, м	1,0	40																								
Наростка вентиляционного става, перенос ДСВ, м	20,0	20																								
Наростка СР-70/05, м	7,5	200																								
Ревизия горношахтного оборудования, ч/см	2,0	200																								
Доставка оборудования, монтаж ПМД, ч/см	3,0	200																								
Наростка ПОТ, воздуховода, переноска ДМ, ч/см	4,0	200																								
Обмывка выработки, м	50	60																								
Работы по ТБ, ч/см	1,0	50																								

Рис. 2. График организации работ (существующий вариант)

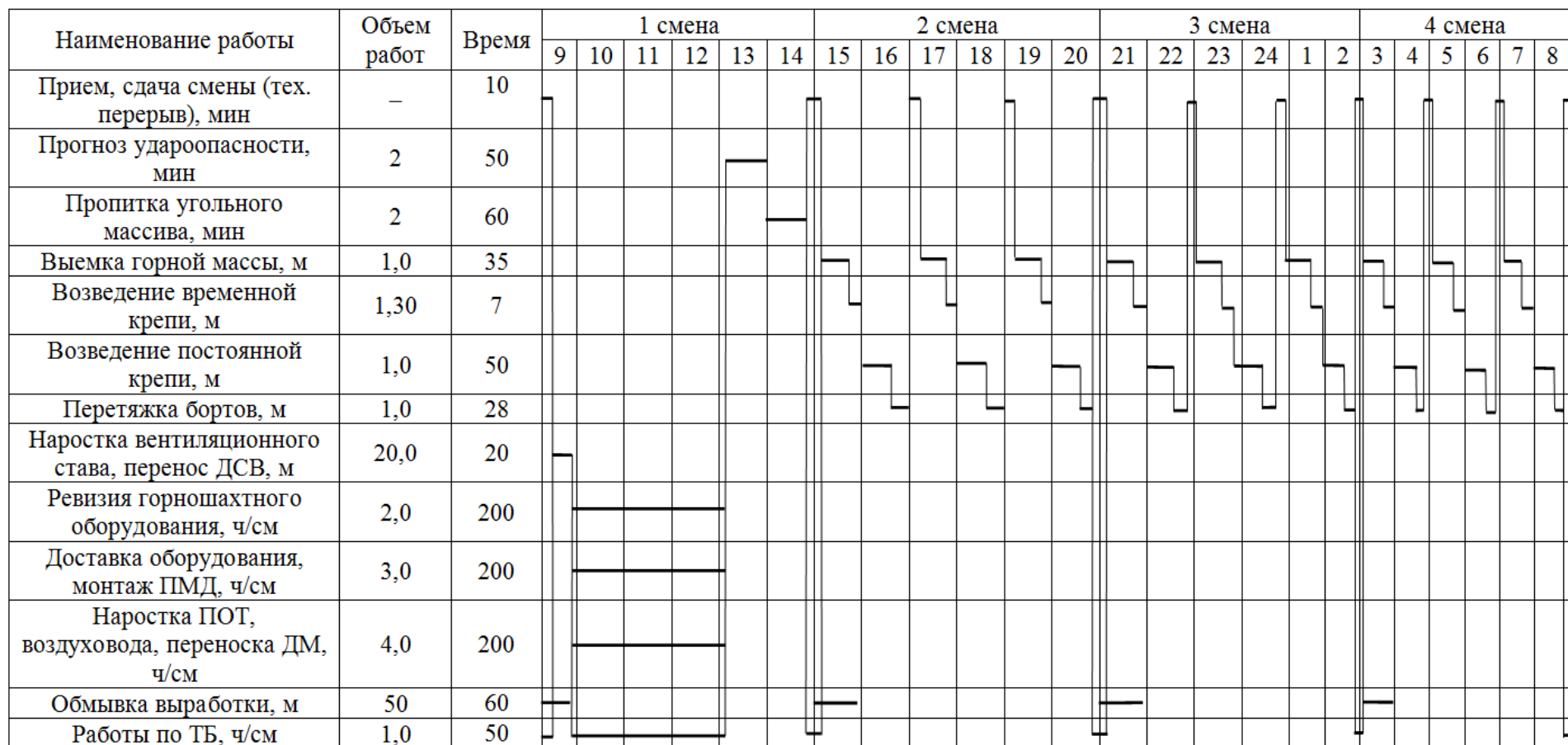


Рис. 4. График организации работ по предлагаемому варианту

Предлагаемый вариант подготовки выемочного участка исключит применение неквалифицированного ручного труда в общем объеме до 1000 человеко-смен по зачистке выработок от пучащих пород. Учитывая производительность проходческого комбайна КП-21 (1,5 м³/мин), время на поддирку 1 погонного метра выработки составит $5 \times 1/1,5 = 3,5$ мин с учетом времени на зачистку 8 мин. За 20 ч в сутки (с учетом времени на ремонтное обслуживание) производительность проходческой бригады составит 80 м в сутки (с учетом установки двух боковых анкеров). На поддирку 2500 м вентиляционного штрека потребуется $2500/80 = 31$ сутки. За это время дополнительно будет добыто 16,8 тыс.т угля, что компенсирует абсолютно все затраты на дополнительные

работы. Как показывает практика, за это время проводится перемонтаж механизированного комплекса и конвейерной линии.

Выводы. Предлагаемая технология подготовки выемочного столба на мощных пластах позволит увеличить средние темпы проведения оконтуривающих выработок; погасить затраты на дополнительные работы за счет добытого угля при взятии поддирки почвы; сократить поперечное сечение выработки в проходке и существенно снизить затраты на проветривание.

© 2015 г. В.В. Микунов, В.А. Волошин,
С.В. Риб

Поступила 8 декабря 2014 г.

УДК 622.281.424

Г.Н. Волченко¹, Б.Д. Исахаров¹, В.Н. Фрянов², Н.Г. Волченко², Е.А. Волков³, В.В. Приб³¹Сибирская инжиниринговая компания «СИБКОМ»²Сибирский государственный индустриальный университет³Горно-Шорский филиал ОАО «Евразруда»

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТВОЛА ОБЕСПЫЛИВАЮЩЕГО НАБРЫЗГБЕТОНИРОВАНИЯ *TERMITON X4*

Разработка Сибирской инжиниринговой компанией ООО «СИБКОМ» инновационного продукта – ствола (торкрет-сопла) второй модификации СНБ-2, описанного в работе [1], направлена на замену серийно выпускаемых стволов на новые с получением экономического, социального и экологического эффекта при набрызгбетонировании (www.sibcom-eng.ru).

Изделие СНБ-2 постоянно конструктивно совершенствовалось с учетом специфики условий применения, эргономики, новых материалов и др. [2] и получило четвертую модификацию СНБ-4 под торговой маркой *TERMITON X4* (рис. 1, 2). Разработка направлена на импортозамещение, замену серийно выпускаемых стволов и получение экономического, экологического и социального эффекта при сухом набрызгбетонировании за счет повышения эффективности затворения сухой смеси.

Промышленные испытания инновационной разработки проведены 23 сентября 2014 г. при выполнении подрядной организацией «Звездный»

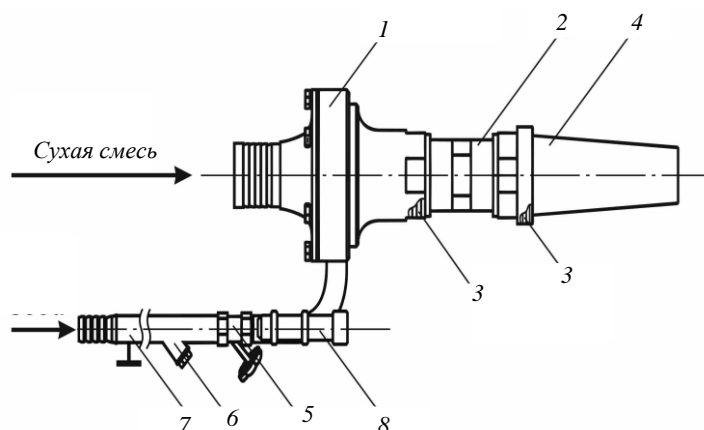
г. Магадан набрызгбетонирования подземной горной выработки наклонного съезда +115/+185 м участка «Подрусловый» Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда» (см. таблицу).

Большое пылеобразование – крупнейший недостаток сухого набрызгбетонирования. Пыль, в основном, образуется вследствие неполноты смачивания (затворения) сухой смеси в стволе и представлена в большей своей части отскочившими от поверхности набрызгбетонирования плохозатворенными частицами используемой сухой смеси. Поэтому важнейшим элементом ствола для набрызга бетона служит узел затворения.

Анализ патентных решений и результаты лабораторных исследований показали, что лучшее, более полное затворение и смачивание частиц скоростного пневмопотока бетонной смеси можно достигнуть не путем подачи на пневмопоток диспергированной воды из отверстий, а из специальных форсунок, поскольку их работа превращает воду в



Рис. 1. Общий вид и дизайн торговой марки ствола обеспыливающего набрызгбетонирования СНБ-4

Рис. 2. Устройство ствола обеспыливающего набрызгбетонирования *TERMITON X4*:

1 – узел объемного затворения потока сыпучих компонентов; 2 – камера смешивания; 3 – элементы, активирующие смешивание; 4 – конусная резиновая насадка, формирующая факел потока торкрет-смеси; 5 – кран-дозатор подачи воды; 6 – фильтратор поступающей воды; 7 – контрольный кран; 8 – лазерный указатель направления потока торкрет-смеси

мельчайшие капли и обеспечивает динамическое скоростное воздействие диспергированного факела на пневмопоток смеси по всему его объему. Расчеты показывают, что использование подачи воды факелами увеличивает площадь первоначального контакта с сухой смесью более чем в 50 раз в сравнении с подачей воды струями.

Целью настоящей работы служило проведение сравнительных испытаний для оценки работоспособности конструкции ствола СНБ-4 при включении его в рабочий режим с установкой Aliva-237 вместо серийно выпускаемого ствола (торкрет-сопла), входящим в комплект установки Aliva-237, совместного производства мировых брендов Sika (Великобритания) и Putzmeister (ФРГ).

Экспериментом планировалось сравнить характеристики ствола *TERMITON X4* и серийно выпускаемого ствола, комплектуя установку Aliva-237, по таким показателям, как пылевыведение при работе, потери компонентов торкрет-смеси при отскоке, качество поверхности нанесенного слоя при набрызгбе-

тонировании, технический ресурс устройства и другим при прочих равных условиях.

Методика испытаний состояла в следующем. Первоначально экспериментом предусматривалось осуществление набрызгбетонирования контура выработки установкой Aliva-237 с использованием штатного ствола, входящим в комплект англо-германской установки.

Перед процессом набрызга бетона произвели отбор пробы воздуха в выработке. Во время процесса набрызгбетонирования выработки визуальным наблюдением, фотоаппаратурой и забором проб воздуха на рабочем месте сопловщика осуществляли мониторинг показателей работы испытываемого изделия.

Отбор проб осуществляли согласно Приложению 7 (Инструкция по отбору проб рудничного воздуха) к §141 ПБ 06-111 – 95 Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.

Пробы отбирали и обрабатывали сотрудники независимой пылегазоаналитической лаборатории Шерегешского ВГСВ Филиала «ВГСО Сибири и Алтая» ФГУП «ВГСЧ» прибором

Результаты измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны

Время отбора пробы	Номер анализа	Технологический процесс и тип работающих машин	Концентрация пыли, мг/м ³
10 ⁴⁰ –10 ⁵⁵	201	Перед работой	3,3
11 ⁰⁰ –11 ¹⁵	202	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	25,3
11 ²⁰ –11 ³⁵	203	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	54,7
10 ⁴⁰ –10 ⁵⁵	204	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	53,0
13 ⁰⁰ –13 ¹⁵	205	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	23,3
13 ²⁰ –13 ³⁵	206	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	39,0
13 ⁴⁰ –13 ⁵⁵	207	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	23,3

ПА-20М-1 (см. таблицу). После отбора проб и проветривания горной выработки проводили дальнейшее набрызгбетонирование уже с применением инновационного ствола *TERMITON X4*, который подсоединяли к материальному и водоподводящему рукавам установки Aliva-237 (рис. 3).

Соответствующие сравниваемые параметры определялись при осуществлении дальнейшего набрызгбетонирования по вышеописанной методике.

Использование различных методов исследования и получение единого результата позволяют обоснованно констатировать, что при включении ствола *TERMITON X4* в рабочий режим с установкой Aliva-237:

- кардинально снижается запыленность на рабочем месте (определено визуально); анализ полученных аспиратором проб пыли в этом эксперименте показал, что содержание пыли в шахтной атмосфере при работе ствола *TERMITON X4* в 1,6 ÷ 2,3 раза ниже, чем при работе штатным стволом, что позволит снизить рост профессиональных заболеваний;

- повышаются кучность струи и адгезия торкрет-смеси к породам кровли и решетчатой затяжке;

- снижается запыленность; согласно физике быстропотекающих процессов, можно говорить о снижении потерь компонентов торкрет-смеси по гиперболической зависимости (более 3 раз) за счет устранения отскока от поверхности горной выработки [3];

- отмечается увеличение слоя набрызгбетона за один проход;

- повышается удобоукладываемость набрызгбетона, его качество с получением ровной и гладкой поверхности.

По окончании эксперимента был подписан Акт промышленных испытаний, в котором в результате анализа сравнительных испытаний по данным визуального наблюдения, кино-, фотоматериалов и отбора проб воздуха в месте ведения набрызгбетонных работ комиссия отметила следующее.

1. При использовании серийных стволов запыленность шахтной атмосферы при производстве набрызгбетонных работ во много раз превышает санитарную норму (5 мг/м³). Взвешенная пыль является мелкодисперсной и легко переносится на значительные расстояния в близлежащие выработки.

2. Кардинальное снижение запыленности при работе инновационного изделия *TERMITON X4* обусловлено наличием в его конструкции узла объемного затворения потока сыпучих компонентов, элементов, активирующих смешивание, и фильтраатора затворяющей воды.

3. Пыль, образующаяся при набрызге бетона, представлена в большей своей части частицами цемента и различных добавок. Кардинальное снижение запыленности обеспечивает снижение потерь компонентов торкрет-смеси, повышение количества и качества набрызгбетона с обеспечением быстрого набора прочности.

4. Высокий технический ресурс нового изделия обуславливается возможностью замены элементов, комплектующих конструкцию.

5. Пульт управления стволом *TERMITON X4* по желанию заказчика комплектуется лазерным указателем направления потока торкрет-смеси, визуализируя область ведения набрызга бетона на горной выработке, что способствует точности управления стволом и эффективному обучению сопловщиков.



Рис. 3. Работа сопловщика стволом *TERMITON X4*

6. Использование охранный изделия *TERMITON X4* обеспечивает высокие эксплуатационные качества, позволяющие ликвидировать недостатки базовых конструкций и получить значительный экономический эффект. *TERMITON X4* обладает существенными достоинствами, превосходит аналоги мировых брендов (Sika, Великобритания, и Putzmeister, ФРГ), способствует импортозамещению товаров и рекомендуется для ведения на Шерегешском руднике, других подземных предприятиях России обеспыливающего набрызгбетонирования, в том числе фибробетоном, жаропрочными составами.

Полученные в ходе контрольных испытаний характеристики процесса набрызгбетонирования подземной горной выработки стволом *TERMITON X4* и штатным торкрет-соплом, комплектующим установку Aliva-237, позволяют на основании экономических расчетов сделать следующие выводы.

1. Кардинальное снижение запыленности при набрызгбетонировании с использованием ствола *TERMITON X4*, помимо социального эффекта (за счет снижения профзаболеваний, экологического эффекта, снижения выбросов пыли в биосферу), предполагает и значительный экономический эффект.

2. Проведенные ранее исследования (рис. 4) показывают, что при использовании традиционного ствола, с затворением сухой смеси диспергированной водой из отверстий, масса отскокшего материала в сухом состоянии составляет около 30 %. При стоимости сухой смеси 18000 руб/т и потерях (отскоке) 30 % убыток с каждой тонны сухой смеси составляет 5400 руб.

Снижение потерь за счет отскока плохо затворенной сухой смеси в 3 раза (до 10 %) при применении ствола *TERMITON X4* позволяет экономить 3600 руб/т. При использовании изделия согласно прилагаемой инструкции ресурс ствола составляет не менее 100 т сухих смесей. Экономический эффект от применения одного изделия *TERMITON X4* за счет снижения потерь компонентов при торкретировании 100 т сухой смеси составляет 360000 руб.

3. Большие потери сухой смеси при набрызгбетонировании обуславливают и упущенную выгоду от снижения объемов крепления горных выработок. Применение изделия *TERMITON X4* при торкретировании 100 т сухих смесей позволит дополнительно (по сравнению со стволом Aliva-237) закрепить набрызгбетоном около 10 погонных метров выработки сечением 16 м², т.е. дополнительно сдать в эксплуатацию 160 м³ горных выработок.

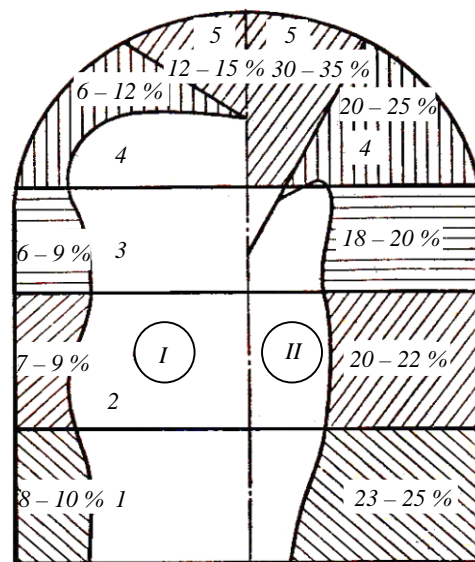


Рис. 4. Диаграмма изменения потерь сухих смесей, %, по контуру выработки при набрызгбетонировании [3]: I – при применении специального набрызгцемента; II – обычного цемента

4. Для достижения качества торкретирования стволом *TERMITON X4* традиционными средствами необходимы дополнительные трудозатраты и затраты на закуп сухих смесей.

Выводы. Использование представленного ствола *TERMITON X4* обеспечивает получение экономического, социального и экологического эффекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Венгловский В.Г., Волченко Г.Н., Фрянов В.Н., Приб В.В., Волченко Н.Г. Совершенствование технологии набрызгбетонирования для повышения эффективности и качества крепления подземных выработок. – В кн.: Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 90 – 94.
2. Волченко Г.Н., Фрянов В.Н., Серяков В.М. Исследование влияния предразрушения горных пород на снижение энергоемкости взрывного дробления // Вестник научного центра по безопасности в угольной промышленности. – Кемерово: изд. ВостНИИ, 2011. № 1. С. 19 – 31.
3. Стрельцов Е.В., Козакевич Э.В., Пономаренко Д.И. Крепление горных выработок угольных шахт набрызгбетоном. – М.: Недра, 1978. – 238 с.

© 2015 г. Г.Н. Волченко, Б.Д. Исахаров, В.Н. Фрянов, Н.Г. Волченко, Е.А. Волков, В.В. Приб
Поступила 21 ноября 2014 г.

В.А. Воскресенский

Сибирский государственный индустриальный университет

ОЦЕНКА ЭНЕРГИИ АВАРИЙНЫХ МАСС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ ПАРОВОЗДУШНОГО МОЛОТА

Штоки молотов нередко разрушаются в период выполнения технологической операции. Их работа происходит при больших динамических нагрузках, от которых в штоке возникает сложное напряженное состояние при одновременном действии продольных сжимающих сил и изгиба от нецентрального удара, либо от потери устойчивости. В случае разрушения штока на рабочем ходу происходит неуправляемое движение поршня паровоздушного молота вверх в рабочем цилиндре. При соударении отделившейся движущейся массы о верхнюю торцевую крышку рабочего цилиндра неминуемо произойдет удар, что приведет к значительным дополнительным разрушениям.

С целью защиты от разрушения в конструкциях паровоздушных молотов между крышкой и рабочим пространством цилиндра устанавливается, чаще всего, пневматический предохранитель, который предназначен компенсировать энергию движущихся оторвавшихся масс и защитить молот от разрушения.

Ранее [1] рассматривался этот процесс и было показано, что от энергии неуправляемых аварийных (после разрушения штока) масс возникает высокое давление, которое создается внутри цилиндра предохранителя при аварийной ситуации и которое многократно превышает рабочее. Для расчета величины давления внутри предохранителя требуется учитывать энергию удара аварийной массы, соударяющейся с плунжером предохранителя. Эта масса может состоять из объединения обломка штока и поршня, либо только поршня. Максимальная энергия перед соударением проявится, когда аварийная масса разгоняется на максимально возможном участке. Таким предельным размером разгона является монтажный ход L бабы молота (см. рисунок).

В ряде работ [2 – 4] излагается расчет сил сопротивления при движении на подъем поршня при нормальной работе молота. В литературе отсутствуют данные о расчете движения поршня в аварийном режиме. При аварийной ситуации и срабатывании предохранителя

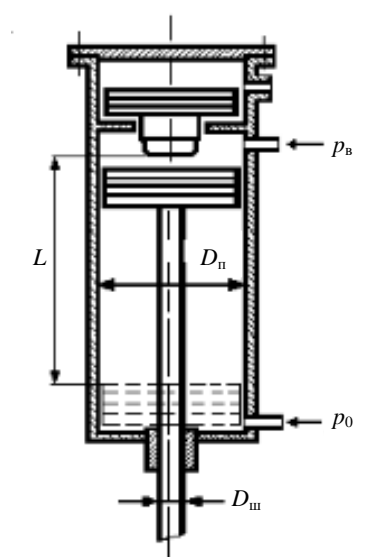


Схема рабочего цилиндра и предохранителя паровоздушного молота

следует учитывать некоторые особенности процесса. Во-первых, поскольку процесс неуправляемый, можно принять, что при аварийной ситуации происходит равномерно ускоренный разгон движущейся массы вплоть до ее встречи с плунжером предохранителя. Во-вторых, движущаяся масса может иметь различную случайную величину. Заранее планировать место поломки штока невозможно. Поэтому рассматриваем возможные крайние варианты разрушения штока.

Первый вариант – когда разрушение штока происходит по сечению непосредственно в месте его заделки в бабу молота. В этом случае разгоняемая аварийная масса будет максимальной. Она суммируется из масс штока $m_{ш}$ и поршня $m_{п}$. Внутри рабочего цилиндра давление p_0 со стороны энергоносителя (пара или сжатого воздуха) приходится на кольцевую площадь рабочего поршня, равную площади поршня за вычетом площади сечения штока. Для расчетного варианта массы практически вся длина штока будет участвовать в оценке ее величины. Сверху (как противодействие) на поршень действует противодействие выхлопа p_v .

Второй вариант – когда шток разрушается в рабочем цилиндре по сечению у нижней части поршня, причем так, что обломок штока остается внутри поршня. В этом случае энергоноситель давлением воздействуют на всю нижнюю поверхность поршня, которая включает в себя и площадь штока. Разгоняемая масса будет определяться массой поршня с остатком массы штока. Второй вариант в реальной практике эксплуатации паровоздушных молотов представляет собой случай скорее гипотетический, но исключать его, как предельный, было бы не целесообразно.

Можно предположить, что скорость массы поршня по второму варианту к моменту соударения с предохранителем будет выше, так как сила, создающая разгон, будет больше за счет большей площади, на которую оказывается рабочее давление энергоносителя. Поскольку проявление энергии в момент соударения зависит от квадрата скорости движущейся массы, то второй возможный вариант проявления энергии удара может оказаться более значимым.

Проведем расчет величины энергии, которая при ударе будет создаваться для каждого из рассматриваемых вариантов на реальных паровоздушных молотах. Для оценки возможных значений энергий удара используем паспортные данные реальных паровоздушных молотов [5]. В табл. 1 приведены данные по некоторым типам существующих молотов.

Энергия E , которая создается движущейся системой аварийных масс и которая должна поглощаться предохранителем площадью S , составит

$$E = \int_0^{L_x} P_x dL_x = \int_0^{L_x} Sp_x dL_x.$$

Для создаваемого усилия P_x выбираем в соответствии с паспортными данными табл. 1 допущение, что рабочее давление p_0 энергоносителя, которое по проектной документации находится в диапазоне $0,7 \div 0,9$, для расчета принято равным $0,8$ МПа для ковочных и штамповочных молотов. Для листоштамповочных прессов давление энергоносителя выбрано предельное – $0,6$ МПа. Противодействие выхлопа p_v принимаем одинаковым и равным $0,2$ МПа для всех типов молотов. Противодействие несколько выше приводимого в табл. 1, что может быть оправдано возможной более высокой скоростью перемещения поршня в аварийном режиме по сравнению с нормальным рабочим процессом. Пропускная способность каналов воздухопровода и золотниковой коробки рассчитывается на нормальный рабочий процесс, для которого создается определенное проходное сечение паро- или воздухопровода. При возрастании скорости перемещающихся масс возникнет увеличение скорости истечения энергоносителя, при которой для прежнего проходного сечения следует ожидать возрастающее сопротивление выхлопа.

Потери на трение при движении в направляющей втулке штока и поршня внутри цилиндра составляют [4] около 10 % перемещающихся масс. Принято, что потери на трение в отношении к подводимому усилию, составляют только 0,1 часть, что соответствует коэффициенту полезного действия $\eta = 0,9$.

Т а б л и ц а 1

Параметры молотов

Модель молота	Масса падающих частей, кН	Эффективная энергия удара у молота, кДж	Монтажный ход поршня, мм	Рекомендованное давление энергоносителя, МПа		Диаметр, мм	
				p_0	p_v	D_n	$D_{ш}$
Ковочные							
M132A	10,0	35,3	1000	0,7 – 0,9	0,15	330	110
M133A	20,0	70,0	1260	0,7 – 0,9	0,15	430	140
M134	30,0	152,2	1450	0,7 – 0,9	0,15	550	180
M136	50,0	175,0	1700	0,7 – 0,9	0,15	630	200
MA 136	50,0	175,0	1700	0,7 – 0,9	0,15	630	200
Штамповочные							
M211	10,0	–	1200	0,7 – 0,9	0,15	280	120
M212	20,0	–	1200	0,7 – 0,9	0,15	380	145
Листоштамповочные							
МЛ3	30,0	33,0	1200	0,4 – 0,6	0,1 – 0,15	450	115
МЛ5	50,0	136,0	1500	0,4 – 0,6	0,1 – 0,15	700	150

П р и м е ч а н и е. D_n – диаметр поршня; $D_{ш}$ – диаметр штока.

Рассмотрим создаваемое усилие для выше-названных вариантов разрушений штока. Для рассматриваемого первого варианта разрушения расчетная аварийная масса – это масса системы штоков – поршень. Для второго варианта – это только масса поршня.

Для первого варианта, когда поломка штока произошла по сечению в месте крепления в бабе молота, усилие P_1 , действующее на подъем массы системы штоков – поршень, определится так:

$$P_1 = \frac{\pi}{4} [p_0 (D_{\text{п}}^2 - D_{\text{ш}}^2) - p_{\text{в}} D_{\text{п}}^2] \eta.$$

Для второго варианта, когда разрушение штока возможно внутри цилиндра, усилие P_2 , действующее на разгон массы поршня $m_{\text{п}}$, составит

$$P_2 = \frac{\pi}{4} D_{\text{п}}^2 (p_0 - p_{\text{в}}) \eta.$$

Время разгона массы, движущейся к предохранителю, для рассматриваемых вариантов определяется выражением

$$t_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2Lm}{P}}, \quad (1)$$

где L – длина участка разгона (рис. 1) от верхней точки поршня, находящегося в нижнем положении, до контакта со штоком предохранителя; m – масса, движущаяся с разгоном; P – усилие от рабочего давления энергоносителя, действующее на разгон движущихся масс к предохранителю.

Скорость, которую движущаяся масса может иметь при встрече с предохранителем, составит

$$v = \frac{P}{m} t_{\text{п}}. \quad (2)$$

Кинетическая энергия удара подвижных масс о плунжер предохранителя составит

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}. \quad (3)$$

Если в расчетное значение кинетической энергии (3) подставить выражение скорости (2), в котором время $t_{\text{п}}$ учесть через формулу (1), и выполнить преобразования, то получим выражение энергии как произведение усилия P , действующего на поршень, умноженное на расстояние L его перемещения внутри цилиндра. По существу – это работа перемещения $E_{\text{п}}$ движущихся аварийных масс:

$$E_{\text{п}} = PL. \quad (4)$$

На основе полученной зависимости можно рассчитывать для любого варианта разрушения системы штоков – поршень энергию движущихся к предохранителю аварийных масс как кинетическую энергию $E_{\text{к}}$ и как работу (энергию) перемещения $E_{\text{п}}$.

Используя данные табл. 1, проведем расчет ожидаемых величин энергий удара для рассматриваемых вариантов. Результаты расчета кинетической энергии $E_{\text{к}}$ перед соударением системы и работы перемещения $E_{\text{п}}$ также перед соударением системы, а также расхождение Δ в их расчете представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Расчетные значения энергий удара для рассматриваемых молотов

Модель молота	Движение системы штоков – поршень			Движение только поршня		
	$E_{\text{к}}$, кДж	$E_{\text{п}}$, кДж	Δ , %	$E_{\text{к}}$, кДж	$E_{\text{п}}$, кДж	Δ , %
Ковочные						
M132A	38,69	39,17	1,2	45,71	45,91	0,43
M133A	84,46	84,73	0,3	97,54	97,97	0,44
M134	158,28	158,35	0,04	184,02	184,78	0,41
M136	245,82	246,07	0,1	282,18	283,66	0,52
Штамповочные						
M211	29,47	29,71	0,8	39,25	39,42	0,43
M212	57,98	58,63	1,1	70,65	72,78	3,01
Листоштамповочные						
МЛ3	24,78	24,82	0,16	68,79	68,06	1,06
МЛ5	290,35	290,62	0,09	206,06	206,28	0,11

Анализ сопоставления полученных результатов в оценке расчета кинетической энергии и работ перемещения аварийных масс показывает, что в расчете величины энергии удара по предохранителю движущимися массами удобнее использовать энергию как работу перемещения, т.е. в расчетах использовать второй рассматриваемый вариант, в котором методика расчета более простая.

Если провести сравнение двух рассматриваемых вариантов «шток – поршень» и только «поршень», то, как и предполагалось, у варианта, когда движется только поршень к предохранителю, энергия его соударения с предохранителем больше за счет более высокой скорости аварийной массы.

Из полученных результатов следует, что кинетическая энергия удара только массой поршня превышает энергию удара массой системы шток – поршень от 15 до 33 %. Так как при проектировании конструкции предохранителя следует рассматривать вероятные предельно максимальные ситуации, то именно эту характеристику разумнее закладывать при расчетах проектируемой конструкции.

Выводы. При расчете энергии удара движущихся аварийных масс о плунжер предохранителя предпочтительнее использовать ме-

тодику определения энергии удара через работу. Эта методика не снижает точности оценки энергии, но более простая в расчете, а следовательно, менее трудоемкая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В о с к р е с е н с к и й В.А. Энергетика и возможности предохранителя паровоздушного молота // Вестник СибГИУ. 2012. № 2. С. 21 – 23.
2. З и м и н А.И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства. Ч. 1. Молоты. – М.: Машгиз, 1953. – 495 с.
3. Ж и в о в Л.И., О в ч и н н и к о в А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. – Киев: Вища школа, 1972. – 280 с.
4. Б о ч а р о в Ю.А. Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2008. – 480 с.
5. Каталог «Кузнечно-прессовое оборудование». Молоты. Вып. 5 / ЦБТИ, МСиИП СССР, 1960. – 43 с.

© 2015 г. В.А. Воскресенский
Поступила 4 марта 2015 г.

А.А. Ивакина¹, И.И. Айзенберг²

¹Сибирский государственный индустриальный университет

²Национальный исследовательский иркутский государственный технический университет

«СОЛНЕЧНАЯ» РОССИЯ

В современных условиях ограниченности невозобновляемых энергетических ресурсов (угля, нефти, газа и т.д.) особо остро встает проблема обеспеченности потребителей светом, теплом, горячей водой и другими благами цивилизации. Одну из ключевых ролей играет также мировая политическая обстановка. Ведущие страны выступают акцепторами по отношению к государствам, которые обладают значительными запасами полезных ископаемых. В связи с этим в последние десятилетия заговорили о возможном перераспределении ресурсов между развитыми странами. Поэтому возможным выходом из усугубившейся ситуации является использование альтернативных (возобновляемых) источников энергии.

Во все времена научно-технический прогресс невозможно представить без потребления энергии, которую человечество вырабатывает за счет использования ископаемого топлива (нефти, угля, торфа), атомной энергии. Однако по результатам многочисленных исследований при продолжающемся росте народонаселения органическое топливо к 2020 г. сможет удовлетворить запросы мировой энергетики только частично. Остальная часть энергопотребности должна быть удовлетворена за счет других источников энергии – нетрадиционных (новых) и возобновляемых [1].

К возобновляемым источникам энергии относятся ветроэнергетика, гидроэнергетика (ГЭС различной мощности), энергия приливов и отливов (так называемые приливные электростанции – ПЭС), энергия волн, солнечная энергетика, энергия геотермальных источников, биоэнергетика (производство энергии из различных видов биотоплива). Главное преимущество возобновляемых источников энергии по отношению к ископаемому топливу является их неисчерпаемость.

Экономика нашей страны, как впрочем и большинства мировых стран, тесно завязана на нефти и газе, причем темпы роста добычи этих видов топлива растут. К сожалению, игнорируется тот факт, что нефть и газ являются ис-

черпаемыми ресурсами, и мировые запасы рано или поздно истощатся. В ближайшие годы добыча нефти и газа выйдет на свой максимальный порог, за которым последует неукоснительное снижение. Многие нефтедобывающие страны уже достигли пика, и объемы их нефтедобычи снижаются уже на протяжении десятилетий. Еще больше стран пополнит этот список в недалеком будущем, если мировое потребление нефтепродуктов не замедлится. То есть человечеству в любом случае придется столкнуться с неизбежным внедрением в жизнь альтернативной энергетики.

США, Китай, многие европейские страны в вопросах развития и освоения возобновляемых источников энергии ушли вперед, в то время как наша страна практически не имеет опыта внедрения и использования неисчерпаемых ресурсов.

Еще одним неоспоримым преимуществом возобновляемых источников энергии является их экологичность и безвредное воздействие на окружающую среду: никаких вредных выбросов в атмосферу, иссушенных водных источников, вырубленных лесов, затопленных шахт, загрязненных почв, морей и океанов. Именно альтернативная энергетика сможет примирить человека и природу.

Все большую популярность во всем мире снискала солнечная энергетика, так как использование солнечной энергии – это наименьшее количество вредных выбросов в атмосферу и загрязнения окружающей среды. Солнце является наиболее неистощимым из всех альтернативных источников энергии. Именно солнечная энергия является самым распространенным и доступным возобновляемым источником энергии. Приход суммарной солнечной энергии на поверхность Земли в 7000 раз превышает годовое потребление энергии всех жителей планеты [1].

Количество солнечной энергии, поступающей на Землю, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и других энергетических ресурсов, в том числе возобновляе-

мых. Использование всего лишь 0,0125 % солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5 % – полностью покрыть потребности в будущем. Потенциал солнечной энергии настолько велик, что по существующим оценкам солнечной энергии, поступающей на Землю каждую минуту, достаточно для того, чтобы удовлетворить текущие глобальные потребности человечества в энергии в течение года [2].

По данным института AEE INTEC, на конец 2012 г. в мире установлено 383 млн. квадратных метров солнечных тепловых установок общей тепловой мощностью 268,1 ГВт с годовой выработкой тепловой энергии 225 ТВт·ч [3]. С каждым годом эти показатели только возрастают. В Европе все большую популярность набирает строительство так называемых «солнечных» деревень. Например, в Голландии недалеко от города Херхюговард создан экспериментальный район, названный «Город Солнца». Электроэнергия здесь вырабатывается с помощью солнечных панелей, установленных на крышах домов. Новые дома в Испании, Израиле и на Кипре также согласно государственной программе строятся с солнечными батареями на крышах.

По удельной тепловой мощности гелиоустановок на 1000 человек первое место занимает Кипр (542 кВт, площадью 774 м²), второе – Австрия (406 кВт, 580 м²), третье – Израиль (400 кВт, 571 м²). На сегодняшний день большинство гелиоустановок построены в Китае – на площади 217,4 млн. м² (152,2 ГВт), или 64,9 % от общемирового использования этих установок. В Европе – 56,1 млн. м² (39,3 ГВт), или 16,7 % [4].

Солнечная энергетика популярна не только из-за «зеленых» технологий и экологически чистого производства. В Европе, Америке и Китае государством разработаны обширные программы по популяризации и внедрению солнечных установок в жилищно-бытовом секторе, а также в промышленности. Например, одним из направлений «солнечной» госпрограммы является то, что владельцы домов с солнечными батареями отдают выработанную за день солнечную энергию в общую сеть, за что получают льготы при оплате электроэнергии. В Германии избыток электроэнергии, вырабатываемой летом частными солнечными батареями, покупают энергосберегающие компании (несмотря на ее несколько более высокую стоимость по сравнению с «обычной») с целью поддержки развития «зеленых технологий». В ФРГ государство компенсирует до

70 % затрат на обустройство домов солнечными батареями, а также существует ряд льгот при оплате. Благодаря этому, на «солнечное» электричество переходят все больше домов. В Италии, Бразилии и Испании государство компенсирует до 55 % стоимости гелиоустановок.

Строительство «солнечных» домов на Западе давно уже является признаком респектабельности и, несмотря на длительный срок окупаемости, пользуется все возрастающей популярностью.

В странах ЕС, Китае, Японии, США и в Монголии разработаны многочисленные программы по переходу домов на солнечную энергию. В Ватикане в 2010 г. было завершено строительство самой большой в Европе солнечной электростанции, позволяющей практически полностью отказаться от использования других источников энергии. К концу 2011 г. в штате Гуджарат (Индия) было завершено строительство солнечной электростанции мощностью 1000 МВт.

Использование солнечной энергии универсально. Ее можно применять не только для жилищно-бытового сектора, а также в транспортной сфере. Уже сейчас многие космические корабли во время полета используют солнечное электричество. В 2006 г. французская компания Venturi наладила серийный выпуск «солнечных» автомобилей. Одной из новейших разработок является изобретение в Голландии краски для дорожной разметки, которая днем заряжается от солнца, а ночью излучает зеленый свет, что позволяет водителям лучше ориентироваться в ночное время суток.

Последней разработкой в области солнечных электростанций является японский проект двух солнечных электростанций на воде. Мощность первой будет 1,7 МВт, что сделает ее крупнейшей в мире плавучей солнечной электростанцией. Строительство будет осуществлено на поверхности пруда Нисихара в префектуре Хиого, к западу от Осаки. Вторая станция мощностью 1,2 МВт будет построена на пруду Донпинь. В полную силу проект должен заработать к апрелю 2015 г. Солнечные электростанции на водной поверхности не только экономят пространство, но и являются более эффективными за счет водяного охлаждения.

В России практическое использование солнечной энергии крайне ограничено несмотря на исследования, которые проводились и проводятся в этом направлении. В нашей стране имеются два производителя солнечных коллекторов (СК). Например, НПО «Машиностроения», находящееся в городе Реутово

(Московская область), выпускает СК с алюминиевым листотрубным абсорбером европейского качества. В Улан-Удэ налажено производство СК с листотрубным абсорбером (медь, алюминий) на основе комплектующих китайских производителей. Сооружение гелиоустановок осуществляется, в основном, в трех регионах России: Краснодарском крае, Астраханской области и Бурятии [3].

В России общая площадь солнечных тепловых установок оценивается в 30 тыс. м² [4]. Причин, влияющих на этот показатель, несколько. Главная – это отсутствие значимой поддержки развития солнечной энергетики на уровне государства. Объяснить это можно и наличием больших запасов углеводородов и тем, что стоимость солнечного электричества в нашей стране пока ощутимо выше, чем «обычного». Конечно, можно сказать, что Россия не слишком солнечная страна, поэтому и распространение солнечной энергетики меньше. Но исследования выявили интересный факт, что в стране есть регионы, более подходящие для развития солнечной энергетики, чем южные европейские страны. Исследования, проведенные лабораторией возобновляемых источников энергии Института высоких температур РАН, показали, что в России наиболее «солнечными» являются регионы Приморья и юга Сибири. В некоторых районах Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока годовая солнечная радиация составляет 1300 кВт·ч/м², превосходя таковую южных регионов России. И здесь использование установок, преобразующих солнечную энергию, возможно в течение круглого года [2].

Благодаря проведенным исследованиям завершена работа по составлению Атласа распределения ресурсов солнечной энергии по территории России, создана климатическая база данных. Климатические карты выявили, что в сегодняшних границах России наиболее «солнечными» являются не районы Северного Кавказа, как предполагают многие, а регионы Приморья и юга Сибири (от 4,5 до 5,0 кВт·ч/м² в день). Интересно, что Северный Кавказ, включая известные российские черноморские курорты (Сочи и др.), по среднегодовому поступлению солнечной радиации относятся к той же зоне, что и большая часть Сибири, включая Якутию (4,0 – 4,5 кВт·ч/м² в день). Более 60 % территории России, в том числе и многие северные районы, характеризуются среднегодовым поступлением солнечной радиации от 3,5 до 4,5 кВт·ч/м² в день [5].

Использование солнечной энергии в России характеризуется периодичностью в течение

года. Россия – протяженная страна, и для многих регионов количество поступающей солнечной радиации зимой и летом может сильно различаться (например, для территорий, расположенных за полярным кругом). В средней полосе России поступление солнечной радиации в летний период в разы больше, чем в зимний. Поэтому необходимо использовать гелиоустановки с большой поверхностью солнечных коллекторов, чтобы поглощать даже незначительные радиационные потоки. Естественно, такие установки становятся менее экономически привлекательными для потребителей. Поэтому рекомендуется использовать солнечные коллекторы совместно с дублирующим источником тепловой энергии (например, электрическим). Схема использования солнечной энергии на нужды горячего водоснабжения приведена на рисунке.

Для средней полосы России становится очень выгодным использование гелиоустановок для сезонного потребления (для дач, загородных домов, сельского хозяйства). Если взглянуть на карту распределения поступления солнечной радиации на поверхность земли по территории России за летний период, то видно, что большинство районов страны вплоть до 65° северной широты характеризуются примерно одинаковыми высокими значениями средней дневной радиации – от 4,5 до 5,0 кВт·ч/м² в день, и с этой точки зрения энергетическая эффективность солнечных водонагревательных установок на всей этой территории оказывается приблизительно одинаковой [5].

Показательно, что первая солнечная электростанция была запущена в Белгородской области 29 сентября 2010 г. В последнее время в

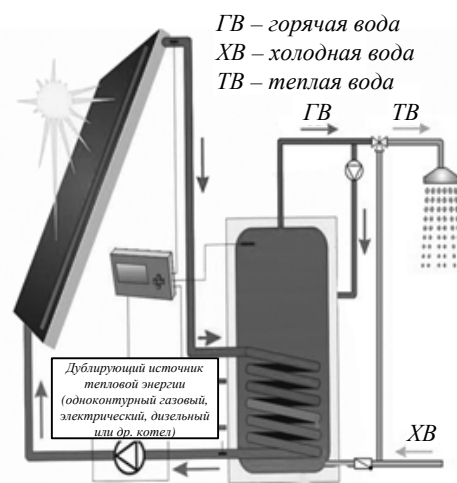


Схема использования солнечной энергии на нужды горячего водоснабжения

нашей стране наметились позитивные тенденции в вопросе использования возобновляемых источников энергии. Развиваются проекты по внедрению солнечных установок в Краснодарском крае, Бурятии, Астраханской области. В Крыму на апрель 2014 г. работали четыре солнечных электростанции; запуск еще одной запланирован.

На территории Республики Алтай планируется построить пять СЭС, одна из которых (Кош-Агачская) была запущена в начале сентября 2014 г.

В поселке Переволоцкий (Оренбургская область) идет строительство СЭС в рамках масштабного проекта по возведению в этой области сети солнечных электростанций суммарной мощностью 95 МВт. Также развивается сотрудничество с Китаем по развитию солнечной энергетики на Южном Урале.

Выводы. В России наметились позитивные тенденции в развитии и внедрении солнечной энергетики. Намеченный государством курс по популяризации альтернативных источников энергии постепенно воплощается в жизнь.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонов А.В., Тюхов И.И., Юферев Л.Ю., Шахраманьян М.А. Технологии возобновляемой (солнечной) энергетики. Мультимедийный учебно-методический комплекс по физике для повышения квалификации педагогического состава московских учреждений общего образования. – М.: НПО «Содис», 2009. – 64 с.
2. Шуткин О.И. Перспективы в мире и состояние в России // Energy Fresh. 2011. № 3. С. 25 – 27.
3. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение в мире и в России // С.О.К. 2013. № 8.
4. Бутузов В.А. Обзор мирового рынка солнечных систем теплоснабжения // С.О.К. 2013. № 12.
5. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г., Киселева С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. – М.: ОИВТ РАН, 2010. – 84 с.

© 2015 г. А.А. Ивакина, И.И. Айзенберг
Поступила 2 декабря 2014 г.

С.А. Казимиров, М.Н. Башкова, К.С. Слаженева

Сибирский государственный индустриальный университет

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ВИХРЕВЫМИ ТОПКАМИ ДЕЙСТВУЮЩИХ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ*

В соответствии с существующей классификацией котельные агрегаты малой и средней производительности разделяют по виду вырабатываемого теплоносителя (вода или пар). В свою очередь, паровые котлы малой и средней производительности и, соответственно, низкого давления различают по конструкции: вертикально-цилиндрические и вертикально-водотрубные. Последние имеют паропроизводительность от 4 до 25 т/ч и давление до 1,4 МПа. Водогрейные котлы классифицируют на чугунные и стальные агрегаты. Чугунные (в силу хрупкости) выдерживают давление до 0,4 МПа. Температура воды на выходе – до 115 °С, тепловая мощность – до 1,5 Гкал/ч. Среди стальных можно выделить водогрейные котлоагрегаты малой (сравнимые по характеристикам с чугунными) и большой (до 20 Гкал/ч, с температурой воды на выходе до 150 °С) теплопроизводительности.

При работе на твердом топливе вышеперечисленные агрегаты оснащены слоевыми топками со всеми присущими им достоинствами и недостатками, к которым (кроме упомянутых в работе [1] невозможности использования спекающихся углей и углей с легкоплавкой золой и высокой степени загрязнения окружающей среды) необходимо отнести:

- низкую надежность колосникового полотна и забрасывателей;
- обеспечение проектной эффективности сжигания только при работе на сортированном угле (фракции 6 – 24 мм);
- ограничения по нагрузке, обусловленные в том числе и условиями горения топлива;
- снижение экономичности и надежности слоевых котлов при ухудшении качества углей.

Для выявления показателей тепловой работы котлов со слоевыми топками был произведен расчет по нормам [2]. В табл. 1 приведены результаты теплового расчета паровых котлов производительностью 4 – 25 т/ч и давлением вырабатываемого пара 0,7 МПа при использо-

вани Кузнецкого угля марки СС, теплота сгорания которого 23,4 МДж/кг. Данные для расчетов приняты по работе [3]. В табл. 2 приведены результаты работы тех же котлов при использовании промпродукта Кузнецкого угля марки «Ж» (теплота сгорания 17,71 МДж/кг, зольность $A^r = 39,5$ %). Расчеты для водогрейных котлов приведены в табл. 3.

При использовании нормативного метода изменение зольности топлива (0,78 и 2,20 % соответственно) не оказывает существенного влияния на потери тепла от механического недожога q_4 , а следовательно, и КПД котла. Следствием этого является увеличение расхода топлива более, чем на 30 %, и сохранение расхода условного топлива (табл. 1, 2). Проведенные измерения на реально действующих котлах показали, что КПД оказываются значительно ниже расчетных.

На рис. 1 [4] показаны потери тепла с механическим недожогом q_4 (в шлаке и уносе) для слоевых топок: с ростом теплонапряжения топки (то есть нагрузки котла) значение q_4 увеличивается. В случае сжигания бурых углей значение q_4 составляет 10 % при номинальном теплонапряжении топочного объема 350 кВт/м³. При сжигании каменных углей величина q_4 выше, чем при сжигании бурых, и достигает 20 – 40 %.

Известными способами повышения эффективности слоевого сжигания угля являются применение возврата уноса и острого дутья, с компоновкой сопел на задней стенке топки. Однако при этом решается только задача снижения потерь тепла с химическим недожогом и механическим недожогом в уносе [4].

Использование вихревых технологий обеспечивает стабильность процесса горения угля и существенное снижение недожога топлива [4 – 6].

В вихревых (циклонных) топках поток воздуха, несущий горящие частицы топлива, движется по кругу или по спирали (это достигается за счет конструкции топки или с помощью дополнительных потоков воздуха). При этом топливо сначала высушивается, потом газифицируется и сжигается. По основным показателям (стабильность горения, полнота выгорания

*Работа проведена в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки на выполнение СибГИУ научно-исследовательской работы № 2555.

Т а б л и ц а 1

Результаты теплового расчета паровых котлов при использовании Кузнецкого угля марки СС

Паропроизводительность, т/ч (кг/с)	2,5(0,69)	4,0(1,11)	6,5(1,81)	10,0(2,78)	25,0(6,94)
Теплопроизводительность, МВт	1,62	2,60	4,20	6,46	16,20
Потери, %:					
с теплом шлака q_6	0,35		0,28		
от наружного охлаждения q_5	3,6	2,8	2,3	1,7	1,2
с механическим недожогом q_4	12,5		15,0		
с химическим недожогом q_3	1,0				
с уходящими газами q_2	6,05			6,50	6,97
Температура уходящих газов, °С	160			170	180
КПД, %	76,5	77,3	75,4	75,5	75,6
Расход натурального топлива, кг/ч	288,5	456,8	761,4	1169,0	2921,4
Расход условного топлива, кг у.т./ч	230,4	364,8	608,1	993,6	2333,2

топлива, выбросы вредных веществ) вихревые топки практически не уступают топкам кипящего слоя. В основном топки с низкотемпературным вихревым сжиганием (НТВС) используют для сжигания бурых и каменных углей, горючих сланцев, торфа, углесодержащих и древесных отходов (влажность до 60 %, размер частиц до 30 мм), отходов сельского хозяйства (подсолнечной, гречневой, рисовой лузги и др.).

Некоторые вихревые топки позволяют получить из углей или древесных отходов генераторный газ с достаточно высокой калорийностью, их используют для газификации топлива. С помощью таких топок котельную, работающую на природном газе, можно приспособить для работы на топливе низкого сорта или отходах. В большинстве случаев реконструкция котла для работы с НТВС не требует изменений в тепловой схеме и замены тягодутьевых устройств [6].

По данным работы [7] при реконструкции существующих котлов на технологию слоевого горения с вихревым дожиганием заменяется

слоевая решетка (рис. 2), выделяются в существующем топочном объеме котла собственно топка и камера дожигания за счет установки дополнительного топочного экрана. Реальный КПД реконструированных котлов составляет 85 – 93 %.

По данным работы [8] выполнена значительная работа по внедрению и опытной эксплуатации низкотемпературной вихревой технологии сжигания «Торнадо» для паровых котлов, которая реализует совместное слоевое и факельно-вихревое сжигание. Такая технология применима практически для любого вида твердых топлив и отходов. Крупные фракции топлива сжигаются в слое на механизированной колосниковой решетке, а мелкие, уносимые частицы аэродинамически удерживаются в топке и заполняют вихрь излучающим потоком горящих частиц. Таким образом в топке «Торнадо» сглаживаются неравномерности тепловыделения с подавлением температурного максимума ядра факела, появляется заметная доля конвективной составляющей тепло-

Т а б л и ц а 2

Результаты теплового расчета паровых котлов при использовании промпродукта Кузнецкого угля марки «Ж»

Паропроизводительность, т/ч (кг/с)	2,5(0,69)	4,0(1,11)	6,5(1,81)	10,0(2,78)	25,0(6,94)
Потери, %:					
с теплом шлака q_6	1,0		0,81		
от наружного охлаждения q_5	3,6	2,8	2,3	1,7	1,2
с механическим недожогом q_4	12,5		15,0		
с химическим недожогом q_3	1,0		1,0		
с уходящими газами q_2	6,20			6,70	7,11
Температура уходящих газов, °С	160			170	180
КПД, %	75,7	76,5	77,8	74,2	74,9
Теплопроизводительность, МВт	1,62	2,60	4,20	6,46	16,20
Расход натурального топлива, кг/ч	385,2	609,9	1098,1	1559,7	3894,0
Расход условного топлива, кг у.т./ч	232,8	368,7	663,3	942,7	2353,7

Результаты теплового расчета водогрейных котлов при использовании Кузнецкого угля марки СС и промпродукта Кузнецкого угля марки «Ж»

Топливо	Уголь СС		Промпродукт	
Теплопроизводительность, МВт	23,26	11,63	23,26	11,63
Потери, %:				
с теплом шлака q_6	0,28		0,81	
от наружного охлаждения q_5	1,2	1,5	1,2	1,5
с механическим недожогом q_4	15,0		15,0	
с химическим недожогом q_3	1,0		1,0	
с уходящими газами q_2	9,13		14,3	
Температура уходящих газов, °С	230		230	
КПД, %	73,4	73,1	67,7	67,4
Расход натурального топлива, кг/ч	4875	2451	6984	3507
Расход условного топлива, кг у.т./ч	3890	1956	4219	2118

обмена, повышается степень черноты и излучательная способность топочного объема. Тепловосприятие топочных экранов заметно увеличивается, но при этом максимум тепловосприятия понижается, тепловая нагрузка экранов повышена, но распределена равномерно, что увеличивает надежность их работы. Благодаря механизации и малой массе топлива в слое, топки не требуют особых затрат ручного труда и легко автоматизируются. Сравнение габаритов реконструированного котла с котлами польского производства, работающими на твердом топливе, показывает, что при меньшей мощности (2 МВт) польский котлоагрегат заметно более громоздок.

В результате проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [5] предложена топка, использующая факельно-слоевую схему организации топочного процесса (рис. 3). В такой топке могут сжигаться растительные отходы («в факеле») и уголь («в слое») как по отдельности, так и совместно.

Высокая эффективность проведенных реконструкций позволила продолжить развитие и внедрение факельно-слоевой схемы сжигания и реконструировать паровой котел

ДКВр-20-13ГМ с заменой мазута дробленным углем (рис. 4) [9]. Котел работает с механической шуровкой и выгрузкой шлака топкой ТШПМ, расположенной на опорной раме под вихревой топкой котла, и имеет ряд особенностей.

– Объединение слоевого и факельного сжигания обеспечивает взаимное поддержание горения и однородное заполнение топки факелом. При этом тепловосприятие топочных экранов становится равномерным, что повышает надежность и облегчает условия работы трубной системы котла. Дополнительная обмуровка также стабилизирует топочный процесс.

– Активная аэродинамика и форсирование топочного процесса минимизируют содержание горящего топлива и в совокупности с непрерывной регулируемой подачей топлива обеспечивают управляемость топки и, соответственно, возможность автоматизации.

– Шурующая планка механизированно шуровку слоя и выгрузку шлака, и благодаря механизации, котел легко автоматизируется и требует минимума затрат ручного труда.

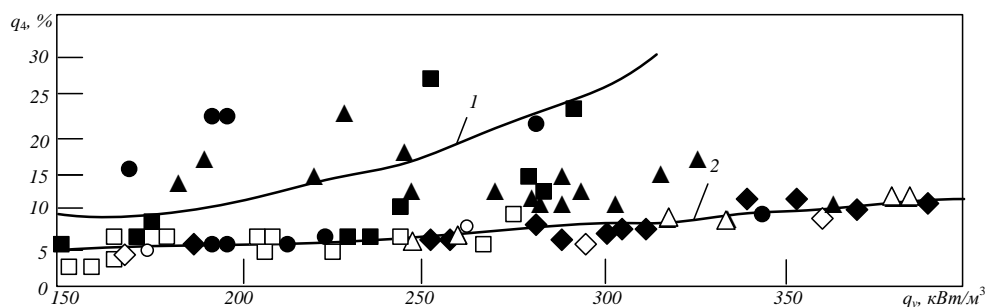


Рис. 1. Потери тепла с механическим недожогом (в шлаке и уносе) для слоистых топок при работе на каменных (1) и бурых (2) углях в различных котлах:

▲ – КВ ТС 10 КУ; ◆ – Шмидта Гартмана, БУ; ◇ – КВ ТС-20 БУ; ■ – КЕ-25 КУ; □ – КЕ-25 БУ; ● – ДКВР 20 КУ;
 △ – ТС-35, БУ; ○ – ДКВР 4, БУ



Рис. 2. Паровой котел с высокофорсированной топкой с вихревым дожиганием

Показатели работы реконструированных топок следующие:

- температура уходящих дымовых газов – 134 °С;
- концентрация ангидрида сернистого SO_2 – 0,036 г/м³;
- концентрация оксидов азота NO_x – 0,011 г/м³;
- концентрация оксида углерода CO – 0,472 г/м³;
- концентрация взвешенных частиц – 0,0852 г/м³;
- основная (до 95 %) часть золы выгружается в виде шлака, что существенно разгружает дымоходы, золоуловители и устройства выгрузки золы;
- содержание горючих в шлаке составляет около 1,5 %, шлак белого цвета.

Аналогичная схема реконструкции может быть реализована для ряда котлов серии КЕ, ДКВР Бийского котельного завода и для других водогрейных котлов с заменой громоздких и металлоемких топочных устройств.

При использовании вихревых топок рекомендуется два варианта реконструкции: установка циклонного предтопка к слоевой топке или полная замена котельного агрегата на установку с циклонной топкой и специальным теплообменником [10].

Разрабатываемые в настоящее время вихревые топки имеют относительно небольшую (порядка 1 МВт) тепловую мощность, их применение возможно только взамен малых водо-

грейных котлов. Ниже приведены технические характеристики водогрейного котла [3] и экспериментальные данные для предлагаемой установки на угле марки СС [10]:

Показатель	Котел «Братск»	Установка с вихревой топкой
Теплопроизводительность, МВт	0,715	0,500
Потери, %		
с механическим недожогом q_4	2,5	0
с химическим недожогом q_3	6	0
с уходящими газами q_2	11	17
Температура уходящих газов, °С	230	200
КПД, %	75	77
Расход натурального топлива, кг/ч	146,6	100,0
Расход условного топлива, кг у.т./ч	117,0	79,7

Коэффициент полезного действия обоих агрегатов примерно одинаков, и, как следствие, примерно одинаков расход топлива. При этом коэффициент избытка воздуха в установке $\alpha = 3$. Эта величина определяется условиями ведения процесса [10] и при дальнейшей разработке и испытаниях может быть снижена до нормативных значений ($\alpha = 1,5 \div 1,6$), что приведет к снижению потерь тепла с уходящими газами и росту КПД. Можно ожидать, что для высокозольных углей, промпродукта и отходов углеобогащения КПД котельных агрегатов, где весьма проблематично сжигать такие топлива, КПД резко упадет из-за механического недожога, в то время как КПД установки с циклонной топкой существенно не изменится.

Следует также отметить, что циклонный процесс легко поддается полной автоматизации, что позволит сократить количество обслуживающего персонала.

Выводы. В настоящее время существует возможность оборудования действующих котельных агрегатов малой тепловой мощности вихревыми топками, однако для целей сжигания улеродсодержащих отходов более эффективными являются установки с циклонной топкой и специальными теплообменниками.

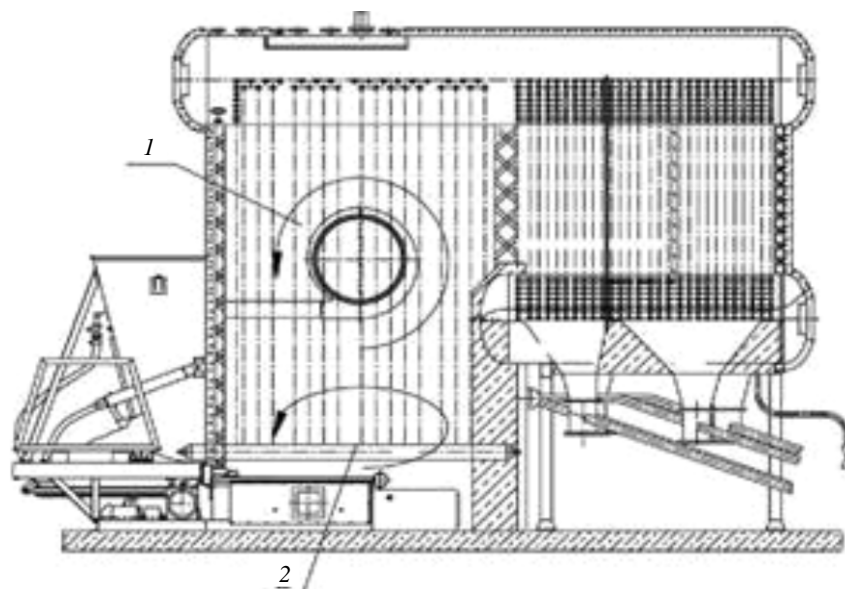


Рис. 3. Котел КЕ-4-14 с механизированной топкой типа «шурующая планка»: 1 – вихревая зона горения лужги; 2 – колосники угольной топки

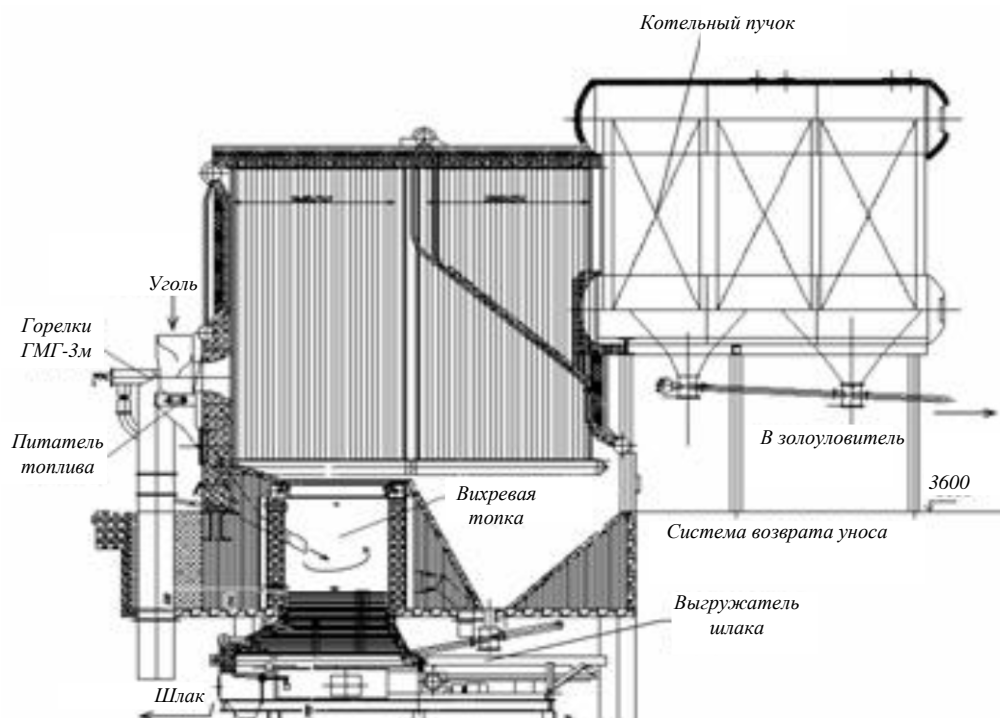


Рис. 4. Котел ДКВр-20-13ШпВТ, реконструированный для сжигания измельченных углей

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкова М.Н., Казимиров С.А., Темлянцев М.В., Багрянцев В.И., Рыбушкин А.А., Слажнева К.С. Практика и перспективы применения различных способов сжигания твердого топлива в теплоэнергетических установках // Вестник СибГИУ. 2014. № 2. С. 24 – 32.
2. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Изд. 3-е, перераб. и доп. – СПб: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
3. Справочник по котельным установкам малой производительности / Под ред. К.Ф. Роддатиса. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
4. Низкотемпературная вихревая (НТВ) технология сжигания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.promeng.spb.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=73 (Дата обращения 01.12.2014).
5. Пузырев Е.М. и др. Разработка и внедрение вихревых топок для сжигания угля

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2496 (Дата обращения 20.11.2014).
6. Стрoгaнoв Д.С. Топки для топлива низких сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://aqua-therm.ru/articles/articles_202.html (Дата обращения 20.11.2014).
 7. Реконструкция слоевых топок по вихревой технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoenergo.su/publikaczii/modernizaczija-kotlov-s-topkami-sloevogo-goreniya-tverdogo-topliva> (Дата обращения 21.11.2014).
 8. Гoлyбeв В.А., Пyзьрeв Е.М., Пyзьрeв М.Е. Использование вихревых топок «Торнадо» в паровых котлах «Про-ЭнергоМаш-Проект», г. Барнаул [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pem-energo.ru/ispolzovanie-vihrevyh-topok-tornado-v-parovyh-kotlah> (Дата обращения 21.11.2014).
 9. Опыт разработки вихревых топок на дробленом угле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kotelprom.tehnodoc.ru/opit.php> (Дата обращения 20.11.2014).
 10. Бaгpянцeв В.И., Бpовчeнкo С.А., Пoдoльский А.П., Pыбyшкин А.А., Тeмлянцeв М.В., Кaзимирoв С.А. Разработка агрегата и технологии для эффективного сжигания дисперсных отходов углеобогащения во вращающемся потоке воздуха // Вестник СибГИУ. 2013. № 4 (6). С. 36 – 41.
- © 2015 г. С.А. Казимиров, М.Н. Башкова,
К.С. Слажнева*
Поступила 11 декабря 2014 г.

О.В. Матехина, Ю.К. Осипов

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБОБЩЕННАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Отличительной особенностью климата России являются холодные и продолжительные зимы (почти на 40 % ее территории). Так, в районах, расположенных между 50-й и 60-й параллелями, средняя температура наиболее холодного месяца находится в интервале от -8 до -28 °С, а в Западной Европе от $-4,5$ до $+2$ °С, продолжительность отопительного периода составляет 200 – 250 и 100 – 180 дней соответственно. Поэтому в России топливно-энергетические затраты в несколько раз превышают аналогичные показатели Западной Европы.

Например, в Западной и Восточной Сибири среднегодовая температура воздуха составляет $-0,1$ °С, причем от 80 до 100 раз температура воздуха переходит через нуль с амплитудой до 30 °С, а расчетная температура зимнего периода колеблется от -35 до -39 °С. Например, отопительный период для Омска, Новосибирска, Томска, Красноярска и других городов 220 – 235 суток, а средняя температура периода со среднесуточной температурой воздуха менее $+8$ °С составляет от $-7,2$ до $-9,3$ °С. При таких климатических условиях количество градусо-суток колеблется в пределах 6084 – 7105 в зависимости от назначения здания.

Вновь построенные здания в средней полосе России требуют на отопление 1 м² площади в среднем около 500 кВт·ч, в Германии – 250 кВт·ч, в Швеции и Финляндии 135 кВт·ч.

Потери тепла через стены зданий достигают 45 %, через окна и двери – 33 % от общих потерь, а потери тепла в индивидуальных жилищах в 4 раза выше, чем в квартирах многоэтажных домов.

Так как подавляющее количество жилых домов в России построено по старым теплотехническим нормам, проблема их дополнительно утепления приобретает решающее значение с точки зрения энергосбережения [1, 2]. Утепление стен технически решается с помощью дополнительной теплоизоляции.

Известно, что сопротивление теплопередаче, долговечность и эксплуатационная надежность ограждающих конструкций в значительной степени зависят от их влажности, т.е. подбор конструкций ограждений следует выполнять с учетом нормируемой влажности при заданных условиях эксплуатации.

Рассмотрим причины появления влаги в ограждающих конструкциях. Водяной пар – вода в газообразном состоянии – составная часть воздушной смеси в атмосфере. Внутри помещения он образуется вследствие испарения с поверхности животных, растений, тела человека и в результате его бытовой деятельности.

В зависимости от конкретной ситуации в каждой единице объема V воздуха находится всегда большее или меньшее количество G водяного пара, т.е. существует соотношение G/V , кг/м³. Значение отношения G/V называют также абсолютной влажностью a , кг/м³. Если отношение количества водяных паров к объему велико, то, соответственно, высока концентрация молекул воды. Движение молекул создает давление на все твердые тела, которые оказываются на их пути. Это давление называют давлением водяного пара P , Н/м². Водяной пар обладает при этом определенными особенностями, которые отличают его от идеального газа. Имеется определенная граница для максимально возможного содержания водяного пара в единице объема G/V , выше нее концентрация водяного пара не может быть увеличена. Если эта граница достигнута, говорят о насыщенном водяном паре. Давление, которое соответствует этому определенному содержанию водяного пара в единице объема, является давлением насыщения P_n , Н/м², водяного пара (или упругостью водяного пара), которое зависит от температуры. Если температура среды, в которой находится водяной пар, повышается, то возрастает и давление насыщения, а, следовательно, и максимально возможное количество водяного пара в единице объема. С понижени-

ем температуры уменьшается концентрация водяного пара.

На эту температурную зависимость давления насыщения водяного пара не оказывают влияния другие газы, пары или твердые вещества, в которых находится водяной пар. О том, что влечет за собой эта температурная зависимость давления насыщения, говорят следующие соображения:

- в определенной системе (например, наружном воздухе) при определенной температуре t_1 имеется столько водяных паров в единице объема G_1/V , сколько необходимо для достижения давления насыщения;

- если исходная температура t_1 повышается до более высокой t_2 и нет дальнейшего поступления водяных паров, то водяной пар не является насыщенным, хотя количество водяных паров в единице объема G_1/V остается постоянным и давление пара прежним (соответствует давлению насыщения $P_2 = P_{н1}$), пар перешел в насыщенное состояние (концентрация водяных паров G_1/V могла бы повышаться дальше до тех пор, пока не было бы достигнуто большее, соответствующее более высокой температуре t_2 , давление насыщения пара $P_{н2}$);

- при понижении температуры от t_1 до t_3 давление насыщения снизилось от $P_{н1}$ до $P_{н3}$, соответственно уменьшилась максимально возможная концентрация водяных паров (от G_1/V до G_3/V); так как концентрация G_3 должна быть меньше G_1 , при понижении температуры в единице объема образуется избыточное количество водяных паров, которые должны превратиться в воду, поэтому такое вынужденное превращение в жидкость ненасыщенного или еще находящегося в газообразном состоянии насыщенного водяного пара называют конденсацией или образованием конденсата, т.е. влаги.

При проектировании наружной ограждающей конструкции слои должны быть расположены с уменьшением их пароизолирующей и увеличением теплоизолирующей способности в направлении изнутри наружу. Это не всегда возможно и требует различных изысканий и исследований конструкций наружных стен и покрытий. Повреждения наружных стен из-за образования конденсата в поперечном сечении редки. Определяемое примерным расчетом количество конденсата, выпадающего в зимнее время, и расчетное количество выпадающей летом влаги сопоставимы.

Если это условие не выполняется, следует дополнительно ввести с внутренней стороны стены пароизоляцию или изменить расположение слоев (снаружи – усиленную теплоизо-

ляцию, изнутри – повышенную пароизоляцию) и вновь проверить количество выпадающей и высыхающей влаги.

Чаще возникают повреждения при однослойной невентилируемой теплой кровле из-за высокой паропроницаемости оболочки покрытия. Здесь также следует рассчитывать и сопоставлять количество конденсирующейся влаги, которая выпадает в зимнее время, и количество влаги, высыхающей в летний период. Максимально допустимое количество конденсирующейся влаги составляет 10 – 12 г/м².

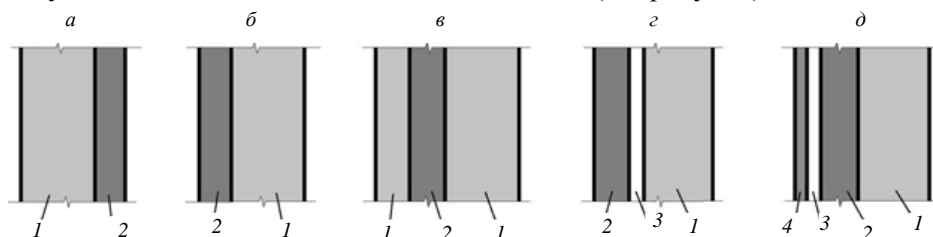
Следует исключить образование конденсата на всех внутренних поверхностях наружных конструкций, кроме плоскости остекления окон. При соблюдении минимальной теплозащиты образование конденсата на поверхности предотвращается при относительной влажности воздуха примерно до 65 %, при более высоких значениях теплозащиты следует повышать.

Предотвращение образования конденсата на поверхности внутренних углов наружных конструкций выполнить сложнее, так как их теплоизолирующая способность должна быть почти втрое больше, чем на плоскости стены. Это требование выполняется также путем соответствующего повышения теплозащиты. Если это не достигается, следует рассчитать усиление теплозащиты с учетом максимальной относительной влажности воздуха и температуры на поверхности внутренних углов наружных конструкций.

Рассматривая вероятность выпадения конденсата в толще конструкции с точки зрения процесса диффузии, наиболее рациональна такая последовательность слоев, при которой сопротивление теплопередаче уменьшается, сопротивление паропрооницанию возрастает снаружи внутрь. Нарушение этого положения свидетельствует о возможности выпадения конденсата в сечении конструкций. Исследования показали, что повреждения в сечении стен от конденсата встречаются крайне редко, поскольку строительные материалы, обычно применяемые при устройстве стен, имеют достаточную паропроницаемость. Влага в толще стены может только тогда приводить к повреждениям, когда стена подвергается совместному воздействию сильного дождя и порывистого ветра.

При возведении стен отапливаемых зданий и их реконструкции возможны следующие схемы утепления или повышения теплоизолирующих свойств стен [3]: устройство тепловой защиты с внутренней стороны стены, с наружной стороны, внутри стены и дополнительно

организация воздушной полости по сечению стены (см. рисунок).



Принципиально возможные схемы устройства теплоизоляционного слоя в конструкции стены:

а – с внутренней стороны стены; *б* – с наружной стороны; *в* – внутри стены; *г*, *д* – совмещение теплоизоляционного материала и воздушной полости; *1* – стена, *2* – утеплитель, *3* – воздушная полость, *4* – облицовка

При установке на стене теплоизоляционного слоя с внутренней стороны стены происходит изменение ее влажностного режима. Теплоизоляционный материал имеет значительно меньшую величину средней плотности, обладает высокой пористостью и низкой теплопроводностью (по сравнению с материалом конструктивного слоя), свободно пропускает водяной пар, что приводит к скапливанию влаги в толще стены на границе с утеплителем. Помимо этого, теплоизоляция задерживает поступление теплоты из помещения в ограждение, вызывая понижение температуры внутри стены, в результате повышается ее влажность при одновременном понижении ее температуры, что способствует образованию конденсата на небольшой глубине от внутренней поверхности (т.е. в утепляющем слое, что значительно снижает его теплостойкость).

При расположении теплоизоляционного слоя с наружной стороны стена становится более теплоустойчивой. Паропроницаемый утеплитель не дает скапливаться влаге, обеспечивая естественную просушку ограждения. Благодаря расположению изоляции снаружи ограждения стена аккумулирует теплоту, так как утеплитель задерживает ее в ограждении, изолируя от холодного наружного воздуха и повышая температуру в толще стены.

Преимуществом наружной теплоизоляции является возрастание теплоаккумулирующей способности стены. При наружной теплоизоляции кирпичных стен они при отключении источника тепла остывают в 6 раз медленнее стен с внутренней теплоизоляцией при одной и той же толщине слоя утеплителя. При устройстве пароизоляции на внутренней поверхности стены и утеплителя с защитным слоем на наружной поверхности теплозащитные характеристики ограждения значительно увеличиваются.

При устройстве теплоизоляционного слоя внутри стены обеспечиваются требуемая теплозащита и несущая способность стены, но при этом требуется двухсторонняя пароизоляция

теплоизоляционного материала или устройство воздушной прослойки с наружной стороны теплоизолятора.

Организация замкнутой воздушной прослойки в конструкции стены позволяет повысить теплозащиту. Если воздушная прослойка располагается близко от внутренней поверхности, то происходит отрицательное для стены изменение температурно-влажностного режима, т.е. явление, во многом аналогичное тому, с чем приходится сталкиваться при утеплении стен изнутри. Устройство с внутренней стороны пароизоляции препятствует прониканию в воздушную прослойку водяных паров внутреннего воздуха и повышает теплозащиту стены. Поэтому целесообразно располагать воздушную прослойку ближе к наружной поверхности стены. Благодаря такому расположению заполненная воздухом прослойка значительно повышает теплотехнические качества ограждения. Устройство пароизоляции с внутренней поверхности стены при наличии прослойки позволяет не допускать увлажнения конструкции изнутри и существенно повысить ее теплозащиту. Установка пароизоляции одновременно с внутренней и наружной сторон стены препятствует высыханию материала конструкции и способствует скапливанию влаги в толще ограждения [4].

Наружные ограждающие конструкции зданий условно состоят из трех элементов: стен, светопрозрачных конструкций и покрытий. Со стенами при новом строительстве все обстоит более или менее в порядке. Более сложно обстоит дело со стенами при реконструкции существующего жилого фонда, о чем уже упоминалось ранее. Разнообразные способы утепления фасадов существующих зданий требуют больших затрат. Логично было бы все же усиливать теплозащиту тех элементов, через которые происходят наибольшие теплотери и стоимость которых относительно ниже стоимости других. При оценке энергосбережения здания необходимо комплексно подходить к

взаимодействию всех факторов влияния совокупности наружных ограждающих конструкций [4], позволяя при необходимости ослабить теплозащиту одного из элементов ограждения за счет усиления другого.

Если рассматривать место новых окон в экономии энергозатрат, то простая замена окон (при условии обеспечения нормативной инфильтрации) без утепления наружных стен дает существенную экономию расхода тепла и улучшает тепловой комфорт в помещениях, т.е. затраты на замену окон значительно ниже стоимости дополнительной теплозащиты фасадов. Принимая решения о замене старых окон в реконструируемых зданиях на современные оконные конструкции, необходимо знать их отличия от устаревших типов, их преимущества и недостатки. Применение современных оконных конструкций дает:

- возможность удержать тепло в помещении, что предполагает повышение сопротивления теплопередаче оконного ограждения;
- изоляцию помещений от внешнего шума, уличной пыли и сквозняков.

Применение герметичных стеклопакетов и соответственно герметичной установки окон в проем резко уменьшает воздухообмен в помещении жилья. Кроме того, возникли ранее неизвестные проблемы. Во-первых, узкие одинарные переплеты, хотя сами и не промерзают, создают неблагоприятную ситуацию на откосах проемов. В случае выбора оконного блока с высоким сопротивлением теплопередаче, но с узкой оконной коробкой стена по периметру окна теряет значительно больше тепла, чем экономит новая конструкция окна. Во-вторых, более плотная заделка проемов резко и неблагоприятно изменила температурно-влажностный режим помещений. Вместе с удержанным теплом в помещении осталась и вся влага.

Помимо негативного влияния на микроклимат и комфорт в помещении, резкое уменьшение воздухопропускания вызывает конденсацию избыточной влаги на холодных поверхностях стеклопакетов и откосов по периметру оконных проемов. В результате стеклопакеты запотевают, а откосы покрываются плесенью. Следует подчеркнуть, что все вышесказанное относится к новым окнам из всех известных материалов. Чтобы избежать этих неприятных явлений, важно в условиях плотной заделки избежать намокания стены в зоне шва, вызывающего образование плесени. Эта задача решается устройством пароизоляции изнутри помещения. Главный принцип заделки швов сформулирован очень кратко – внутри

плотнее, чем снаружи. Это означает, что внутренний барьер – пароизоляция – должен быть непроницаем для газов. Зато через внешнюю защиту водяные пары должны проникать свободно, а дождь – нет, иначе стена в зоне шва промокнет.

Если представить самые распространенные типы стен реконструируемых зданий, способы их утепления и облицовки, то можно вполне достоверно определить наиболее рациональную область применения тех или иных конструкций окон. Краткие рекомендации при установке новых окон в проемы реконструируемых зданий следующие:

- при заделке шва необходимо учитывать температурные деформации каркаса здания и тепловые изменения размеров коробок в зависимости от времени года и материала переплета; размеры отступа оконных коробок от поверхностей проемов должны находиться в пределах от 10 до 20 мм;

- со стороны улицы необходимо наклеить предварительно сжатую уплотнительную саморасширяющуюся ленту, которая пропускает воздух, но хорошо защищает от дождя; заделка шва со стороны улицы цементно-песчаным раствором, строительной мастикой или силиконом тоже защищает от дождя, но без гарантии при проникновении воды в щель;

- со стороны помещения необходимо устроить пароизоляцию в виде непрерывного контура, для чего лучше всего использовать специальные самоклеящиеся ленты: каучуковые или алюминиевые; возможна пароизоляция с помощью слоя мастики или силикона толщиной не менее 6 мм; если не выполнить эти требования, то пенный утеплитель под воздействием дождя через короткое время просто рассыплется, а через неплотный шов будет задувать ветер и проникать уличный шум;

- выбор толщины коробки нового окна зависит от конструкции стены: в трехслойных панелях толщина коробки должна быть не менее 120 – 130 мм, иначе возникают проблемы с промерзанием стены вокруг узкой коробки окна.

Все вышесказанное в равной мере относится и к классическим стенам из сплошного кирпича, и к другим стенам из мелкоштучных элементов с железобетонными перемычками наверху проемов.

Ниже представлен алгоритм проектирования тепловой защиты ограждающих конструкций жилых зданий.

1. Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, ограждающих конструкций,

а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следует принимать не менее нормируемых значений R_{reg} , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, определяемых по СНиП [5] в зависимости от градусо-суток района строительства, D_d , $^\circ C \cdot сут$, которые для отопительного периода вычисляют по формуле $D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht}$ [6, стр. 57].

2. Необходимо проверить соответствие приведенного сопротивления конструкции нормируемому значению:

а) для расчета термического сопротивления необходимо определить условия эксплуатации конструкции в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства и установить расчетные применяемые теплотехнические показатели строительных материалов; в зависимости от географического положения пункта строительства определяются зона влажности (влажная, нормальная, сухая), затем влажностный режим помещения, далее по совокупности этих параметров устанавливаются условия эксплуатации конструкции А или Б для выбора расчетного коэффициента теплопроводности λ материала слоев конструкции;

б) по формуле $R = \frac{dx}{\lambda}$ [6, стр. 50] (термическое сопротивление слоя dx) с учетом толщин слоев определяется термическое сопротивление каждого слоя и затем по формуле $R_o = R_{se} + R_k + R_{si}$ [6, стр. 50] находится общее термическое сопротивление конструкции с учетом коэффициентов теплоотдачи внутренней и внешней поверхностей ограждающей конструкции; на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи $\alpha_{ext} = 10,8 Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$.

Значения термических сопротивлений воздушных прослоек принимаются по СНиП [5] с учетом толщины прослойки.

3. В соответствии с требованиями СНиП [5] наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R_{reg} для однородных конструкций наружного ограждения – по параметру R_o , для неоднородных конструкций – по приведенному сопротивлению теплопередаче R_o^r , при этом должно соблюдаться условие R_o (или R_o^r) $\geq R_{reg}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$, для наружных стен следует определять для всего фасада здания либо для одного промежуточного этажа, однако этот расчет до-

статочно сложен, так как требует учета всех изменений фасада здания и всех теплопроводных включений ограждения. В связи с этим можно принимать коэффициент теплотехнической однородности r с учетом теплотехнических однородностей оконных откосов и примыкающих внутренних ограждений проектируемой конструкции для панелей индустриального изготовления не менее значений, установленных СНиП [5, 7]: для стен жилых зданий из кирпича – не менее 0,74 при толщине стены 510 мм, 0,69 – при толщине стены 640 мм и 0,64 – при толщине стены 780 мм.

Соответственно приведенное сопротивление теплопередаче неоднородной конструкции можно определять по формуле $R_o^r = R_o r$ [6, стр. 59].

4. Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять расчетному температурному перепаду Δt_o между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемому по формуле $\Delta t_o = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o^r \alpha_{int}}$

[6, стр. 59], при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин Δt_n , установленных СНиП [5].

Выводы. Необходимо более широкое использование однослойных стеновых изделий (с учетом теплотехнических требований), так как это значительно упрощает технологию утепления; следует избегать при наружном утеплении образования вертикальной воздушной полости, так как это способствует быстрому распространению огня при пожаре; в реконструируемых зданиях старой постройки более целесообразно уменьшение теплопотерь путем замены старых окон на современные оконные конструкции с обязательным недопущением нарушения температурно-влажностного режима на границе оконного откоса и собственно конструкции окна, в противном случае простая замена окон может не дать должного теплозащитного эффекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О с и п о в Ю.К. Реконструкция и реабилитация жилого фонда, учет тепловой энергии – способы достижения энергосберегающего эффекта. – В кн.: Новая техника и технология: Сб. научных трудов. – Новосибирск: Наука, 2004. С. 434 – 444.
2. О с и п о в Ю.К., Ж у р а в к о в Ю.М., М а т е х и н а О.В., Б л а г и н ы х Е.А. Реконструкция и модернизация жилых

- зданий. – Новокузнецк: Изд. РААСН, СибГИУ, 2002. – 109 с.
3. З а в а д с к и й В.Ф. Варианты стеновых конструкций с применением эффективных утеплителей: Учебное пособие. – Новосибирск: изд. НГАСУ, 2001. – 52 с.
 4. З а в а д с к и й В.Ф. Комплексный подход к решению проблемы теплозащиты стен отапливаемых зданий // Строительные материалы. 1999. № 2. С. 7, 8.
 5. СНиП 23.02.2003. Тепловая защита зданий.
 6. О с и п о в Ю.К., М а т е х и н а О.В. Архитектурно-типологические основы проектирования жилых зданий: Учебное пособие. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. – 253 с.
 7. СП 23.101.2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий.

© 2015 г. *О.В. Матехина, Ю.К. Осипов*
Поступила 2 декабря 2014 г.

УДК 69.059.25

Н.Д. Алешин, А.В. Колесников, Д.Н. Алешин

Сибирский государственный индустриальный университет

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ И ЗАМЕНЫ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНОЙ ЧАСТИ ГАЛЕРЕИ ПОДАЧИ УГЛЯ НА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

В отдел экспертизы промышленной безопасности проектного института поступил заказ на обследование конструкций галереи подачи угля обогатительной фабрики. Причиной обследования явилось разрушение отдельных элементов решетки ферм пролетных строений (рис. 1). Возникла необходимость принятия срочных мер по предотвращению обрушения двух пролетов.

Целью работы явилось установление категории технического состояния – степени эксплуатационной пригодности элементов, узлов и конструкции галереи в целом и разработка мероприятий по их дальнейшей безопасной эксплуатации.

Особенностью настоящего исследования явилась разработка такой схемы временной опорной системы, которая позволяла бы выполнить замену несущих конструкций пролетных строений без прекращения производственного процесса.

Здания и сооружения обогатительной фабрики были запроектированы институтом Южгипрошахт (г. Харьков) в 1961 – 63 гг.

Галерея предназначена для транспортировки угля рядовых марок ленточным конвейером из здания перегрузочной станции в дробильно-сортировочное отделение. Длина галереи 258 м, сечение $3,60 \times 2,65$ м. В качестве пролетного строения применены стальные решетчатые фер-



Рис. 1. Разрыв раскоса фермы пролетного строения

мы с параллельными поясами из прокатных профилей. Опоры также выполнены из стальных прокатных профилей. Одна опора неподвижная, остальные подвижные. Фундаменты под опоры – монолитные железобетонные на свайном основании.

Покрытие состоит из сборных железобетонных ребристых плит размерами $3,0 \times 0,5$ м, плитного утеплителя (пенобетон), асфальтовой стяжки и трех слоев рубероида на битумной мастике. Перекрытие – из сборных железобетонных ребристых плит размерами $3,0 \times 0,5$ м, плитного утеплителя и цементной стяжки. Стеновое ограждение выполнено из стеновых щитов.

Пространственная жесткость обеспечивается неподвижной пространственной опорой и системой горизонтальных связей по верхним и нижним поясам ферм. Галерея оборудована одним конвейером с резинотканевой лентой со скоростью движения 2,05 м/с.

Техническое состояние конструкций определялось в соответствии с работой [1] визуально по внешним признакам и инструментально.

При обследовании конструкций галереи обнаружены повреждения ферм, опор и связей в виде локальных прогибов и вырезов в отдельных элементах; повреждения плит перекрытия в виде разрушения защитного слоя бетона, полного разрушения отдельных плит [2, 3]. Поверх разрушенных плит уложен стальной настил.

В двух пролетах обнаружены разрушения элементов решетки ферм в районе нижних узлов. По всей длине галереи наблюдается коррозия отдельных элементов в районе нижних узлов ферм.

Повреждений, являющихся следствием силовых воздействий, возникающих при пространственной работе галереи, не обнаружено.

Выявлены следующие неблагоприятные факторы, оказывающие негативное влияние на работу конструкций:

- уменьшение фактического сечения стальных элементов по причине коррозии;
- увеличение нагрузки за счет просыпи;
- неудачное проектное решение перекрытия, из-за чего в районе нижних узлов возникли

кает концентрация влажности, а наличие угольной пыли создает слабоагрессивную среду, что негативно влияет на стальные элементы конструкций.

В работе произведен расчет существующих пролетных конструкций галереи с учетом фактического состояния подверженных коррозии элементов. Расчет существующих ферм на основное и особое сочетание нагрузок произведен в программном комплексе SCAD. При расчете конструкций галереи определено, что несущей способности отдельных элементов галереи недостаточно для восприятия действующих и прогнозируемых нагрузок.

На основании анализа результатов обследования и расчета сделаны следующие выводы о состоянии основных групп несущих конструкций:

- техническое состояние ферм в двух пролетах оценивается как неработоспособное, остальных ферм как ограниченно работоспособное;
- техническое состояние связей и балок по верхним и нижним поясам ферм, стенового ограждения, плит покрытия – работоспособное, плит перекрытия – ограниченно работоспособное.

Принято решение о замене несущих и ограждающих конструкций в двух пролетах и усилении узлов ферм в остальных пролетах. Кроме этого, для дальнейшей безопасной эксплуатации галереи необходимо устранить дефекты плит, обнаруженные в ходе обследования.

Усиление элементов решетки и узлов ферм производится при помощи дополнительных деталей, привариваемых к существующим раскосам и стойкам, путем увеличения их сечения.

Кроме замены стальных ферм, на восстанавливаемых участках галереи предусмотрена замена балок и связей; замена сборных железобетонных плит перекрытия и покрытия на более современное конструктивное решение – монолитное перекрытие и покрытие с использованием профлиста в качестве несъемной опалубки; замена стенового ограждения на ограждение из сэндвич-панелей; антикоррозионная защита несущих металлоконструкций [4].

Расчет пролетных конструкций заменяемых участков галереи на основное и особое сочетание нагрузок выполнен в ПК SCAD. Произведен подбор сечений балок покрытия и перекрытия по двум предельным состояниям, выполнена проверка сечений элементов ферм по несущей способности.

Балки выполняются из широкополочных двутавров, элементы поясов и решетки – из спаренных уголков, опорные стойки ферм – из двойных двутавров.

Разработаны узлы соединения стержней ферм, монтажные стыки отпавочных элементов и узлы опирания ферм на опоры и балок на фермы. Узлы соединения элементов решетки с поясами и монтажные стыки выполнены на фасонках угловыми швами. Узлы опирания ферм на опоры выполнены на болтах через центрирующие прокладки. Крепление балок к поясам ферм принято на болтах с последующей сваркой.

Для замены конструкций без прекращения производственного процесса разработана схема временной опорной системы [5]. Предварительно под фермы с разрушениями элементов решетки подведены временные дополнительные опоры (рис. 2). Это страховочные элементы для предотвращения аварийной ситуации. Конструкция стойки телескопическая, из двух труб разного диаметра.

До начала демонтажа конструкций рекомендуется усилить существующие опоры под заменяемыми фермами, демонтировать временную дополнительную опору и смонтировать временную опорную систему. В эту систему входят временные пространственные и плоские опоры, дополнительные балки и связи. Большинство работ по демонтажу и монтажу конструкций производятся без прекращения транспортировки угля.

Выводы. В результате обследования несущих конструкций пролетных строений галереи подачи угля проведены соответствующие мероприятия по устранению обнаруженных повреждений, объект сдан в эксплуатацию и работает по настоящее время.



Рис. 2. Временная дополнительная стойка

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 13-102 – 2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Свод правил по проектированию и строительству. – М.: Госстрой России, 2004 г.
2. Алешин Н.Д., Никотин А.А., Алешин Д.Н. Особенности эксплуатации и обследования конструкций галереи ЦОФ «Кузнецкая». – Эффективные строительные конструкции: теория и практика: Сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012. С. 8 – 10.
3. Алешин Н.Д., Никотин А.А., Алешин Д.Н. Обследование конструкций галереи ЦОФ «Кузнецкая». – Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2012. Вып. 16. Ч. III. Технические науки. С. 102 – 104.
4. Алешин Н.Д., Колесников А.В., Алешин Д.Н. Обследование и восстановление консольной части галереи подачи угля с учетом требований безопасной эксплуатации. – Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014. С. 3 – 5.
5. Алешин Н.Д., Колесников А.В., Алешин Д.Н. Обследование, усиление и замена пролетных конструкций галереи подачи угля на обогатительной фабрике в г. Новокузнецке без прекращения производственного процесса. – Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. Вып. 18. Ч. IV. Технические науки. С. 190 – 192.

© 2015 г. Н.Д. Алешин, А.В. Колесников,
Д.Н. Алешин

Поступила 25 ноября 2014 г.

Е.А. Благиных

Сибирский государственный индустриальный университет
АКТУАЛИЗАЦИЯ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Предложены к рассмотрению наиболее актуальные (по мнению автора) на современном этапе направления научно-исследовательских работ в архитектурно-градостроительной сфере деятельности с приоритетным решением проблем территориального развития индустриальных городов и исторических поселений Кемеровской области.

- 1 -

В индустриальных городах Кемеровской области необходимо устранить неблагоприятное воздействие результатов индустриальной и проектно-градостроительной деятельности на состояние природной системы и здоровье человека. Для этого нужно обеспечить защиту и охрану природного комплекса при проектировании генерального плана, а также при разработке проектов детальной планировки районов, застройки кварталов и других элементов планировочной структуры города.

Исследование особенностей архитектурно-градостроительного формирования жилой среды городов Кемеровской области, имеющих исторически сложившуюся индустриальную специфику и свойственный ей высокий уровень урбанизации, необходимо провести с учетом современного состояния и новых тенденций в области методологии.

Цель таких работ – определение региональной специфики архитектурно-градостроительного формирования городов Кемеровской области, выявление архитектурно-пространственных и конструктивных принципов развития и регулирования жилой среды.

Задачами исследований являются:

– всестороннее изучение жилой среды городов, выявление ее художественного своеобразия, обследование всех составляющих ее компонентов;

– системный типологический анализ природного окружения и ландшафта по композиционным и визуальным признакам;

– систематизация исходных данных, их аналитическая обработка, выявление принципов и закономерностей формирования исторической и современной среды городов, учет

традиций места, архитектурных и градостроительных особенностей;

– создание структурной модели архитектурно-пространственной организации жилой среды города в новых социально-экономических условиях.

Актуальность работ состоит:

– в исследовании региональных особенностей архитектурно-градостроительного наследия городов Кемеровской области;

– в создании комплексной методики анализа жилой среды городов с учетом социально-экономических условий;

– в возможности применения исследования в реконструктивных процессах на основе традиций и преемственности;

– в дальнейшем совершенствовании проектирования жилища, а также в повышении качества планировочных, архитектурно-пространственных решений жилых зданий, удовлетворяющих современным потребностям населения городов области;

– в разработке методических рекомендаций по регулированию жилой застройки отдельных городов с учетом архитектурно-пространственных закономерностей.

Основные ожидаемые научные и научно-технические результаты.

В результате проведения работ будет предложена научная структурная модель архитектурно-пространственной организации жилой среды отдельно взятого города в новых социально-экономических условиях; будет создана комплексная методика научного изучения региональных особенностей архитектурно-пространственного и градостроительного формирования индустриального города; основные положения методики предполагают изучение развития традиций места, его специфических особенностей; будут предложены рекомендации по соблюдению существующих линий застройки, регулированию этажности, сохранению масштабов застройки, поддержанию архитектурно-художественных, а в отдельных случаях и стилевых особенностей среды, по реставрации памятников и восстановлению

утраченных элементов исторической жилой среды городов области.

Сфера и формы возможного использования результатов научной работы.

Исследование направлено на решение главной архитектурно-градостроительной задачи: на создание здоровой и полноценной жизненной среды, а также на совершенствование методической подготовки кадров для работы в области градостроительства и территориального планирования.

Предложенная научная методика включает теоретические, историко-архивные и натурные исследования, которые будут предложены на рассмотрение в Градостроительных Советах городов области и, возможно, положены в основу историко-архитектурных опорных планов городов, а также проектов реконструкции, реновации и охранных зон.

- 2 -

Одной из наиболее актуальных задач развития как Новокузнецка, так и других промышленных городов области является градостроительная реорганизация производственных территорий. Разгрузка территорий от малоэффективных, ресурсоемких и неэкологичных производств ощущается очень остро и поэтому должна рассматриваться в качестве одного из приоритетных направлений архитектурно-градостроительного развития городов Кузбасса.

Основные направления реорганизации производственных территорий:

- ликвидация производственных зон;
- сохранение части производственных территорий для развития инновационной деятельности;
- интенсификация производственного использования (развитие объектов промышленности и науки в качестве резервов для размещения инновационных центров, бизнес-инкубаторов, технопарков, а также перебазируемых организаций и для размещения объектов коммунального обслуживания населения);
- формирование центров малого и среднего предпринимательства на основе современных технологий и информационных систем;
- повышение инвестиционной привлекательности мест приложения труда;
- повышение эффективности ресурсосбережения и природопользования;
- изменение производственного функционального использования на общественное.

Цель исследований – разработать архитектурно-планировочные принципы и приемы формирования общественных зон на месте деградирующих или бездействующих террито-

рий промышленных предприятий городов области.

Основные задачи исследований.

Определение особенностей функциональной организации зон общественной деятельности на территории промышленного предприятия с учетом экономической целесообразности (извлечение прибыли вместо заведомо затратных процессов, таких как снос, утилизация, вывоз).

Анализ условий формирования пространственной структуры зон общественной деятельности на неиспользуемых промышленных территориях.

Приемы организации общественно-досуговой и культурно-образовательной зон с просветительской целью, а также популяризация периода индустриализации и технического переоснащения угольно-обогатительной, металлургической, сталелитейной и других отраслей Кузбасса.

Изучение возможности организации специальных зон туристической деятельности, в том числе в структуре городов.

Реорганизация производственных территорий и реновация индустриальных построек (непривлекательных на первый взгляд) имеют ряд особенностей, которые после реконструкции становятся существенными преимуществами: большая высота потолков, огромные окна, возможность свободной планировки, электрические и тепловые мощности, удобство подъездных путей, обширные площади под автостоянки и другие.

Реновация территории сможет вдохнуть в индустриальные постройки новую жизнь и на их базе развивать бизнес других предприятий (административные, офисно-торговые комплексы, бизнес- и технопарки, культурно-развлекательные комплексы, а также подсобно-складские помещения). Ряд старых сооружений металлургических и других предприятий может быть преобразован в технологические музеи XX века как памятники индустриальной эпохи. По этой тематике на кафедре архитектуры Архитектурно-строительного института проведено научное исследование (рис. 1, 2) и выполнены дипломные проекты и конкурсные работы с использованием современных компьютерных технологий в конструктивных расчетах и визуализации (рис. 3).

Искусственный рельеф бывших отвалов может приобрести пластическую выразительность, с созданием открытых водоемов с сетью парковых павильонов и удобных маршрутов движения для осмотра экспозиции и памятников промышленной архитектуры, которые ста-

<i>Сохранение производства</i>	<i>Полная реконструкция</i>
<i>Сохранение основных производственных процессов:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Благоустройство (генплан) • Реставрация фасадов (восстановление облика) • Реконструкция фасадов (создание нового облика) 	<i>Общественная функция:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Административные здания • Гостиницы • Торговые здания • Культурно-развлекательные центры • Музеи • Арт-объекты
<i>Перепрофилирование:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Смена специализации • Создание технопарков 	<i>Жилая функция:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Лофт
<i>Уход от внешней изолированности промтерриторий</i>	
МЕТОД «КОНТАКТНЫХ ЗОН»	

Рис. 1. Основные направления реновации промышленных территорий

нут символом уходящего прошлого и заставят задуматься о преобразованиях, произведенных человеком.

- 3 -

Территориальное планирование существует в городах Кемеровской области (как и в целом по стране) в усеченном, искаженном виде. Часто его приравнивают к градостроительству, но в отличие от последнего территориальное планирование не является строительством и, в частности, это не строительство городов. Это планирование использования территории и не обязательно даже сопряженное впоследствии со строительством. Оно распространяется не только на города, но на все уровни территориальной организации: от общегосударственной, через региональный, до масштаба группы зданий*.

Уже несколько десятилетий как во всем мире специалистами признано, что генеральные планы как форма планирования окончательно устарела ввиду ее негибкости. Такие планы часто становились устаревшими до того, как они были завершены (пример – генпланы города Новокузнецка). На смену генпланам пришла разработка «Стратегий территориального развития» и организация процесса непрерывного, следящего управления пространственным развитием.

Найти уникального специалиста-проектировщика, который смог бы учитывать и взаимоувязывать десятки различных функций в крупном городе, не удастся. Есть другой путь решения задачи – организовать совместную работу многих специалистов из различных областей знания. Создание таких команд

из специалистов разных, в том числе далеких друг от друга (например, технических и гуманитарных) областей является актуальной, но пока трудноразрешимой задачей.

Чтобы изучать внутренне присущие городам области закономерности, градостроительству необходимо заключить союз с социологией, социальной психологией и другими гуманитарными дисциплинами.

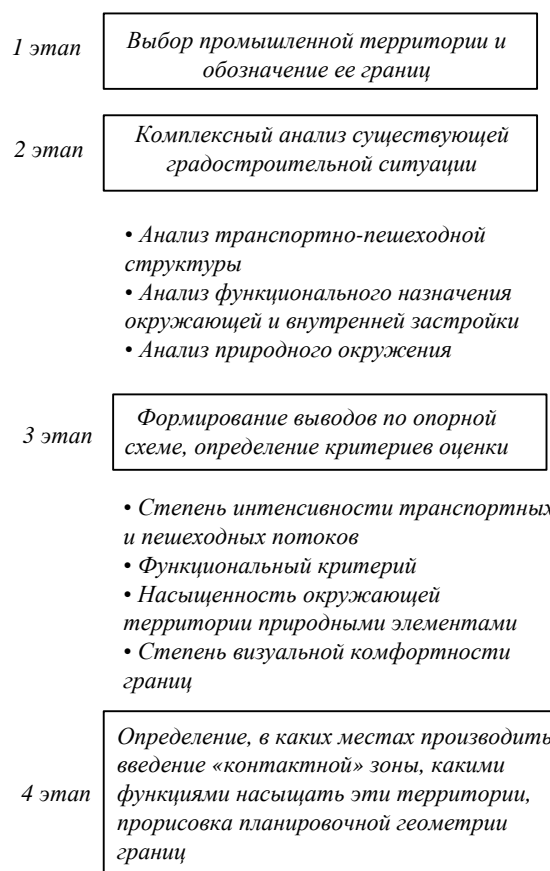


Рис. 2. Концепция метода «контактных зон»

* Л а п и н Ю.Н. Территориальное планирование – terra incognita // Архитектура и строительство России. 2010. № 12. С. 29 – 37.



Рис. 3. Конкурсная работа по реновации промышленного объекта

Объективно территориальные планировщики – это проектная элита общества. Они должны уметь думать вперед, предвидеть не только сегодняшние, но и завтрашние проблемы и отвечать перед обществом, нынешним и будущим, за принятые решения. В конечном итоге цель территориального планирования – завтрашнее выживание опекаемого социума.

Необходимо заложить основы науки о территориальном планировании как самостоятельной, системной, многопрофильной инте-

грационной дисциплины. Для этого можно основать кафедру территориального планирования и урбанистики в Сибирском государственном индустриальном университете с привлечением сохранившихся компетентных специалистов, либо, как вариант, организовать научное направление аспирантуры в Архитектурно-строительном институте.

© 2015 г. Е.А. Благиных
Поступила 3 декабря 2014 г.

УДК 711.4(571.17)

Ж.М. Чердниченко

Сибирский государственный индустриальный университет

**ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(XVII – ПЕРВАЯ ПОЛОВИНА XX ВВ.)**

Природно-климатические, социально-экономические и этнические особенности Кемеровской области отразились в архитектуре и градостроительстве региона. Каждая ступень развития общества нашла свое отражение в архитектурно-градостроительной культуре Сибири, которая представлена синтезом историко-архитектурных объектов, массовым жилищным строительством, их связью с природным ландшафтом, обычаями и традициями обитателей, определенными типами поселений. Необходимо знать, как шли процессы многовекового развития поселений, преемственное формирование их структуры и образа в изменяющихся условиях общественно-политической и экономической жизни.

Активное новое строительство в современных крупных, средних и малых городах Кемеровской области привело в большинстве случаев к разрушению исторически сложившихся структур, уничтожению малоэтажной деревянной застройки, ценных архитектурных памятников. Это, в свою очередь, повлекло утрату целостности, гармоничности архитектурно-пространственной среды исторических зон, своеобразия городских и сельских поселений, создало проблему изучения, сохранения и регенерации исторической среды.

Разрушение исторической застройки, утрата пространственных связей между историко-архитектурными ансамблями, новой застройки со старой, преемственности заставляют задуматься о непреходящей ценности градостроительной культуры края и архитектуры как ее материальной составляющей. К настоящему времени выявилась необходимость поиска специализированных подходов к сохранению таких своеобразных и сложных по составу и структуре объектов, как исторические зоны, исторические центры городов, историко-культурные ландшафты, и, наконец, таких феноменов культурного наследия, как целые исторические поселения (городские и сельские).

Важнейшей проблемой для исторических поселений и городов Кемеровской области является их комплексная реконструкция на осно-

ве проектов охранных зон, с поэтапным подходом к регенерации, реанимации исторической среды, реставрации и восстановлению памятников архитектуры.

Актуальность исследования заключается в проведении комплексного изучения архитектурного и градостроительного наследия Кемеровской области, в необходимости градостроительного обоснования характера архитектурно-планировочного и пространственного развития населенных мест области и в сохранении историко-культурного наследия активно развивающегося экономического района.

Архитектурно-пространственная структура поселений на территории Кемеровской области формировалась на основе природного каркаса, во взаимосвязи с архитектурной средой в каждый исторический период.

Целью настоящей работы является рассмотрение проблем генезиса населенных мест в центральной и южной частях Кемеровской области.

Архитектурно-пространственная структура исследуемых населенных пунктов прошла несколько этапов своего развития.

В структуре планировочных систем начального этапа формирования населенных пунктов заложен код их дальнейшего развития. Следami ранней градостроительной культуры является положение острога или центрального ядра поселения, очертание площадей и т.д. Отличительной чертой архитектуры сибирских поселений до XX в. являлось преобладание деревянной застройки, которая представляла собой целостную средовую систему.

В историческом сибирском городе городское пространство формировалось на основе двух первичных элементов: каркаса – коммуникаций (дорог и трактов) и ткани (территории застройки поселения с включением элементов природного ландшафта, то есть возвышенностей, рек, холмов и т.д.). Ткань застройки наполнялась различными типами застройки.

Художественный облик населенных пунктов рассматривается как пространственно-временная, исторически развивающаяся худо-

жественная система на основе культурных традиций и преемственности. Формирование и развитие архитектурно-пространственной, планировочной и архитектурно-художественной структур городов Кемеровской области связаны с преобразованиями природной и антропогенной среды по предложенным историческим периодам.

Поселения первого периода (XVII – первая половина XVIII вв.) часто располагались на сложных, локальных участках: крутых надпойменных террасах или участках с ярко выраженным рельефом, способствовавших неординарному архитектурно-пространственному решению. Для этого периода характерна тесная корреляция природного ландшафта и антропогенного, со специфическими морфотипами застройки (зимовья, остроги, монастыри и т.п.), большая часть которых впоследствии исчезает. Система застройки представлена исключительно деревянными сооружениями, как правило, клетского типа.

Второй период (вторая половина XVIII в.) связан с появлением населенных пунктов разного типа: фортификационных, торговых, промышленных и др. Различия в характере рельефа местности значительно повлияли на композиции этих населенных мест. Самые интересные панорамы разворачивались по водным долинам, индивидуальные свойства которых являлись основой архитектурно-художест-

венного своеобразия композиции поселений (Кийское, Ильинское).

Третий раннекапиталистический период (конец XVIII – первая половина XIX вв.) отразился в градостроительной культуре края внедрением регулярных генеральных планов (1821, 1834 гг.), создание которых часто велось без учета морфологических особенностей ландшафта. В населенных пунктах происходили значительные изменения в связи с расширением их территории и появлением новых типов в системе застройки:

- периметральная – с жилой стилистической застройкой (ул. Почтовая в Ишиме, ул. Задняя в Итате);

- смешанная – представлена чередованием периметральной и усадебной систем (как правило, это кварталы, примыкавшие к центру города);

- одноэтажная деревянная застройка усадебного типа (на периферии города).

В этот период происходит усложнение архитектурно-планировочной структуры в связи с появлением промышленных зон, площадей и пр. Пространственная структура застройки формировалась за счет магистральных улиц, открытых пространств площадей, функционально разделенных на торговые, соборные, административные, предзаводские и пр., которые являлись средоточием общественной и культурной жизни (рис. 1).



Рис. 1. Панорама застройки Кузнецка (фото конца XIX в.) [2]

Четвертый период (вторая половина XIX в.) связан с дальнейшим функциональным зонированием территории населенных пунктов (зоны промышленные, жилые, общественного центра и др.) и усложнением структуры, а также возникновением целостных систем жилой и общественной застройки. Своеобразие системы застройки населенных пунктов определялось точно найденным соотношением архитектурных форм доминирующих сооружений и рядовых зданий, их силуэтом, которое обеспечивает целостность структуры (рис. 1).

Основными принципами формирования архитектурно-пространственной структуры являлись:

1) градостроительные требования исторической эпохи, направленные на регулирование и упорядочение застройки: формирование четкого каркаса населенного пункта, расширение и выпрямление улиц, укрупнение кварталов, создание парков, садов, скверов и т.д. (рис. 2);

2) квартал (основной планировочный элемент города);

3) пригороды и слободы (входили в планировочную ткань города или находились в непосредственной близости от него);

4) функциональное зонирование территории по принципу: жилая, общественная, промышленная, культурно-просветительская и др.

Так, в Кузнецком крае можно выделить:
– притрактовые поселения (Итат, Ишим);

– торгово-промышленные поселения (Тайга);
– торгово-промышленные поселки с военно-административным центром (Кузнецк);
– торгово-промышленные поселки с городской, посадской общиной (Мариинск).

В начале XX в. на территории современной Кемеровской области насчитывалось около 900 сельских населенных мест, три города и более десяти промышленных поселков. К середине XX в. в Кемеровской области было уже 12 городов и семь крупных промышленных поселков.

Пятый период (конец XIX – первая половина XX вв.) – это дореволюционный, затем революционный период гражданской войны и советский этапы эволюции городов и поселений, время создания крупных и средних промышленных городов, состоящий из двух этапов:

1 этап (конец XIX в. – 1917 г.) характеризуется формированием элементов застройки, образующих целостность системы селитебной зоны (квартал, который является основным планировочным элементом города; пригороды и слободы, которые входили в планировочную ткань города или находились в непосредственной близости от него);

2 этап (1917 г. – первая половина XX в.) характеризуется укрупнением основного планировочного элемента города (кварталов) до микрорайонов I поколения, которые располагались, как правило, за чертой исторического

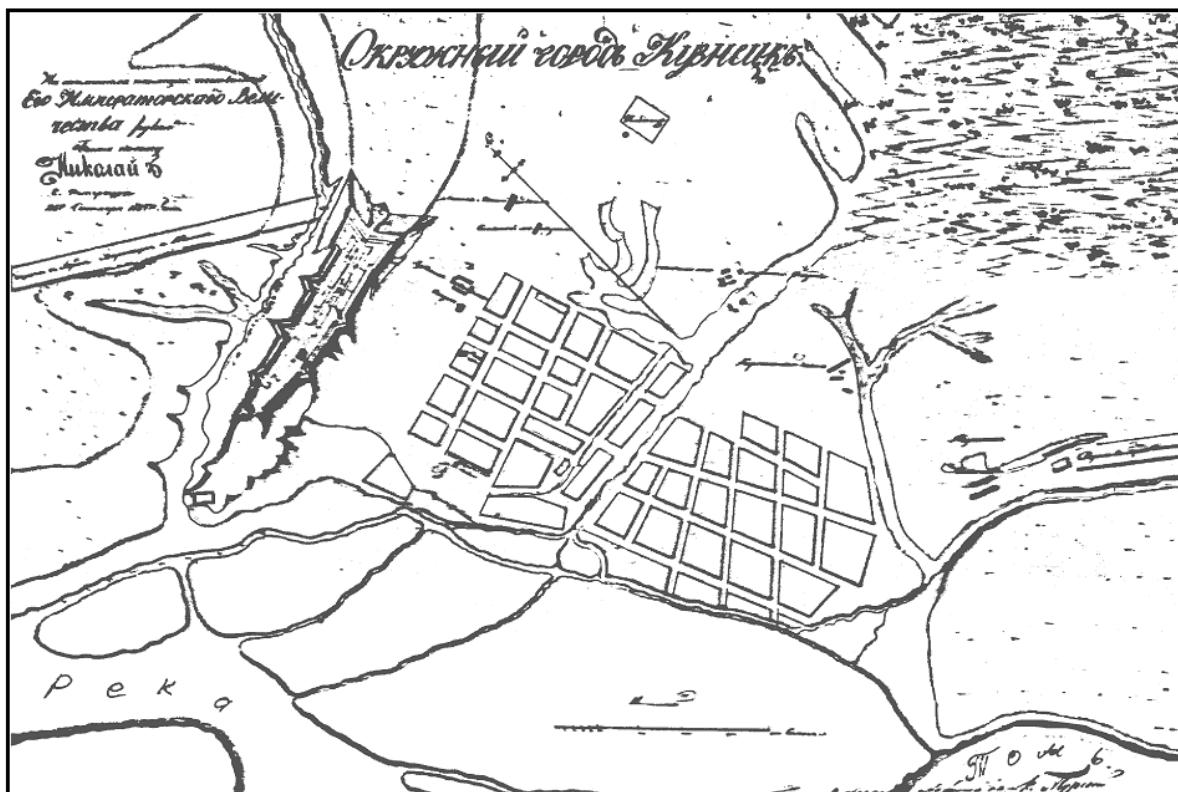


Рис. 2. Формирование пространственной структуры города Кузнецка, XIX в. [2]



Рис. 3. Дома для ИТР Кузнецкого металлургического комбината на Верхней Колонии (фото 30-х гг.) [3]

ядра города, в каждом микрорайоне применялось значительное количество морфотипов застройки (многоэтажные жилые дома, детские сады, школы и т.д.); заводскими и шахтерскими поселками, которые включались в планировочную ткань города, создавая тем самым децентрализованные структуры. К этому периоду относятся первые осуществленные планировочные работы в «молодых» городах Кемеровской области. Линейная планировочная структура их определялась направлением простирания разрабатываемых угольных пластов (Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевск). Во многих проектах планировки шахтерских городов в этот период недостаточно полно учитывались природно-климатические условия. Несмотря на сложный рельеф большинства застроенных участков, преобладала прямоугольная система улиц с мелкими кварталами, зонирование населенных мест производилось без учета развития зоны многоэтажной застройки (рис. 3, 4).

Выводы. В результате проведенного исследования выявлено, что архитектурно-градостроительная культура Кемеровской области с XVII в. и до первой половины XX в. (хронологические рамки исследования) прошла несколько периодов эволюции, характерных созданием своеобразных пространственно-планировочных, архитектурно-художественных систем в градостроительстве, которые отражают главные особенности своего развития и историко-культурного наследия, подлежащего охране.

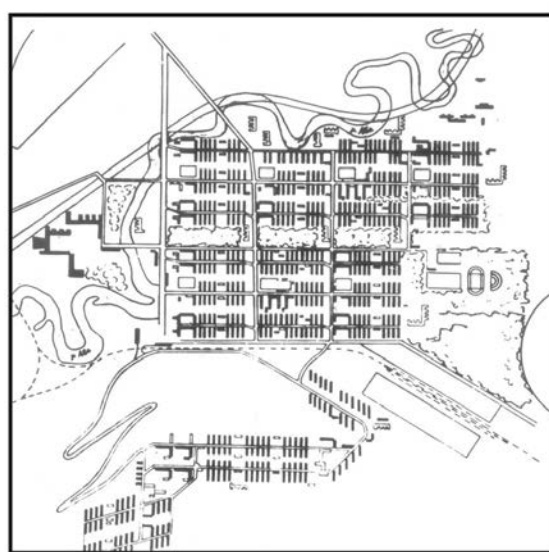


Рис. 4. Проект соцгорода Кузнецка (арх. Э. Май, 1930 г.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Благинных Е.А. Архитектурно-градостроительная культура Кемеровской области (XVII – первая половина XX вв.). – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2007. С. 10 – 42.
2. Архивные материалы НКМ. КП 495.
3. Файзрахманов О. Альбом иллюстраций «Кузнецк». – Новосибирск, 2007.

© 2015 г. Ж.М. Чередниченко
Поступила 10 февраля 2015 г.

УДК 69.058:728.48

Н.Н. Алешин, Д.Н. Алешин, А.В. Колесников

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ НОРМ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Обследованное в настоящей работе общественное здание находится на застроенной территории г. Новокузнецка. Согласно СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» площадка относится к климатическому подрайону 1В со следующими природно-климатическими условиями района строительства:

- климатический район 1, подрайон 1В;
- расчетная температура наружного воздуха $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- нормативная глубина промерзания грунтов 2,2 м.

Согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» (Актуализированная редакция СНиП 2.01.07 – 85) скоростной напор ветра для района III составляет 38 кгс/м^2 ; расчетная масса снежного покрова для района IV 240 кгс/м^2 .

Сейсмичность района по картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР – 97) – соответственно А, В, С (7, 7, 8 баллов).

По архитектурным объемно-планировочным и конструктивным решениям здание представляет собой многоэтажное общественное строение для проведения культурно-массовых мероприятий.

Объемно-планировочные решения здания представлены на плане первого этажа (рис. 1) и на разрезе 1 – 1 (рис. 2).

Кровля – двухуклонная с внутренним водосток, выполнена из четырех слоев рубероида, уложенных по цементной стяжке, и утеплителя с плотностью 400 кг/м^3 с устройством пароизоляции из одного слоя рубероида.

Фундаменты общественного здания запроектированы в виде свайного основания из свай-стоек с рядовым расположением по периметру строения с шагом 2000 мм по продольным осям и переменным шагом по поперечным осям. Под колонны и опоры подвального перекрытия принято свайное основание в виде отдельно стоящих кустов из трех свай. Рядовые сваи объединены ленточным монолитным железобетонным ростверком. Каждый

куст свай имеет отдельно стоящий железобетонный ростверк.

Фундаменты под кирпичные стены приняты ленточные из сборных фундаментных блоков. Ширина последних 500 и 600 мм (в зависимости от толщины стены) с уширением под стеновые пилястры актового зала.

Наружные несущие стены выполнены из кирпичной кладки толщиной 640 мм, внутренние несущие стены – толщиной 510 и 380 мм.

Все кирпичные стены здания выполнены из обыкновенного кирпича М-75 на растворе М-50.

Сборный железобетонный каркас состоит в плане из сетки колонн шагом 6×6 м сечением 300×300 мм. На колонны в продольном направлении опираются ригели таврового сечения 400×450 мм, жестко защемленные в узлах сопряжения с колоннами.

Балки покрытия над фойе – неразрезные металлические стальные составного сечения из двух двутавров 60Ш2, свободно опертые на несущие кирпичные стены и колонны первой оси.

Несущие конструкции покрытия над зрительным залом представляют собой металлические фермы с параллельными поясами пролетом 30 м и шагом 6 м, опертые на пилястры наружных кирпичных стен.

Плиты перекрытий – предварительно напряженные железобетонные с круглыми пустотами высотой 220 мм.

Покрытие запроектировано с применением сборных железобетонных ребристых плит размером $1,5 \times 6$ м высотой 300 мм. Фактическое исполнение покрытия представлено из сборных железобетонных плит размером 3×6 м.

Геометрическая неизменяемость в продольном и поперечном направлениях обеспечивается наружными кирпичными стенами, жестким ядром из кирпичных стен по осям 3, 4, жестко сопряженных с наружными стенами.

Жесткость в осях 1 – 3 в продольном направлении обеспечивается рамным сборным железобетонным каркасом с жестко защемленными колоннами в фундаментах и ригелями перекрытий с жестким сопряжением с

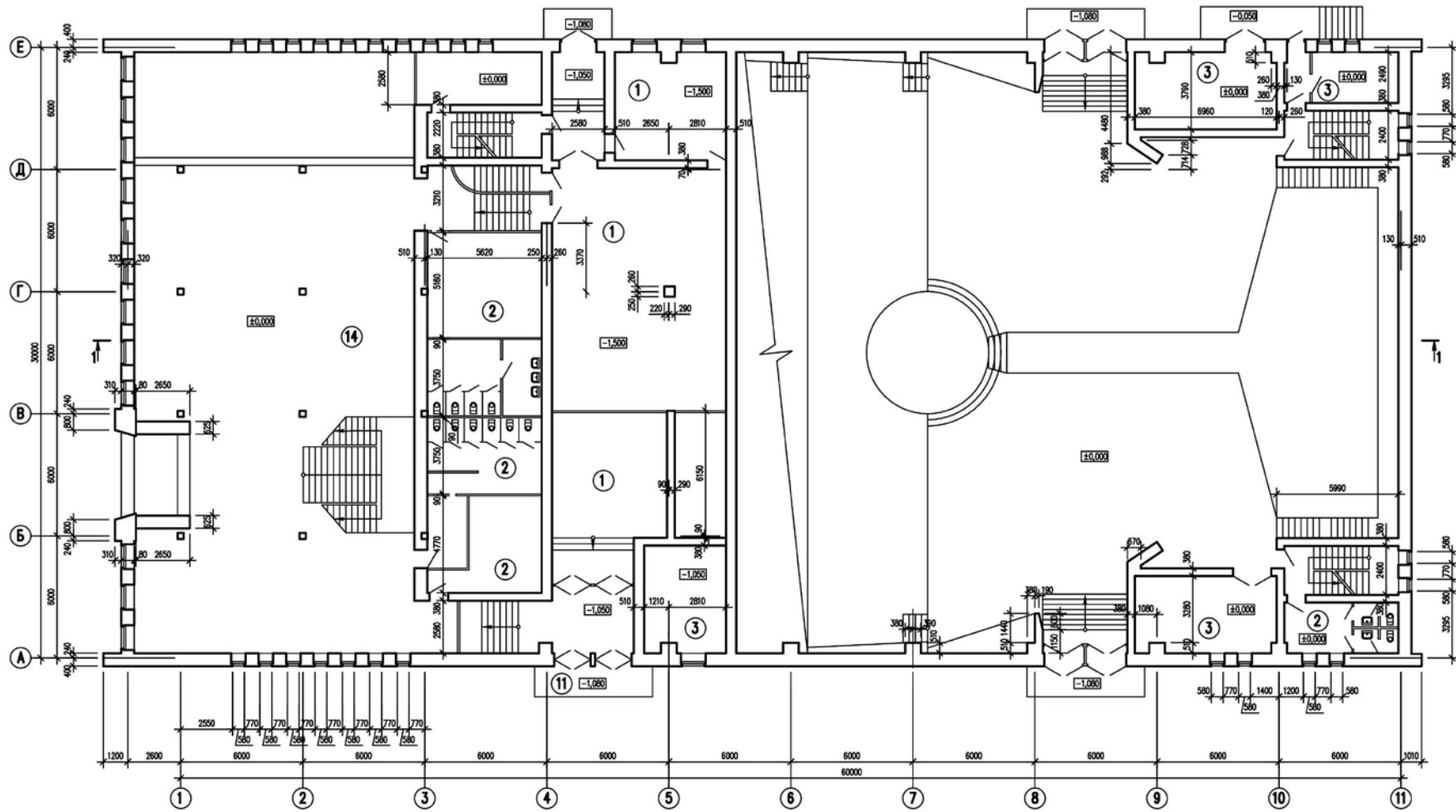


Рис. 1. План первого этажа

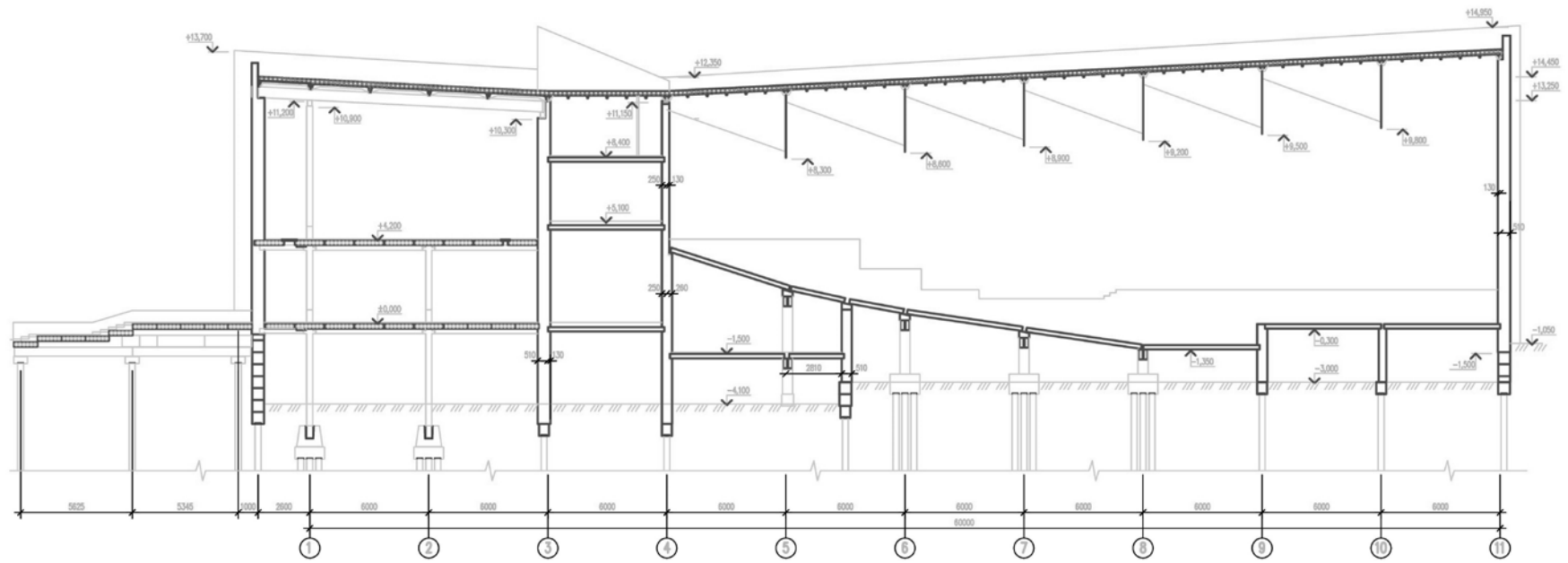


Рис. 2. Разрез 1 – 1

колоннами, в поперечном направлении – сборными пустотными железобетонными плитами.

Жесткость в осях 4 – 11 в поперечном направлении обеспечивается работой торцевых стен, в продольном – работой продольных стен. По покрытию жесткость обеспечивается связями по верхним поясам ферм и диагональными распорками между фермами.

Результаты натурного обследования конструкций здания показали следующее. С наружной стороны при осмотре цокольной части фундаментов в блоках и в стыках между ними обнаружены вертикальные трещины с разной шириной раскрытия, которые представлены в ведомости дефектов (см. табл. 1) и на рис. 3.

Необходимо отметить, что большинство трещин с большой шириной раскрытия находятся в фундаментах по оси E, т.е. с южной стороны здания и, вероятнее всего, являются либо следствием температурных деформаций фундамента, либо следствием сейсмических колебаний.

В поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями B и B наблюдается вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 6 – 8 мм с затуханием книзу (рис. 4). Продолжение этой трещины наблюдается на



втором этаже с затуханием в середине высоты помещения.

Рис. 3. Вертикальная трещина в цокольном фундаментном блоке по оси E между осями 2 – 3

Т а б л и ц а 1

Ведомость дефектов в фундаментах

№ п/п	Привязка дефекта	Описание дефекта	Мероприятия по устранению дефектов
1	Фундамент выше отмостки по оси E, между осями 2 – 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 8 – 10 мм с выходом на кирпичную кладку стены до низа окна (рис. 3)	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
2	Фундамент выше отмостки по оси E, возле оси 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
3	Фундамент выше отмостки по оси E, между осями 3 – 4	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
4	Фундамент выше отмостки по оси E, между осями 5 – 6	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
5	Фундамент выше отмостки по оси A, возле оси 3	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины
6	Фундамент выше отмостки по оси A, между осями 9 – 10	Вертикальная трещина между фундаментными блоками на всю высоту цокольного блока. Ширина раскрытия трещины 1 – 2 мм с выходом на кирпичную кладку стены	Поставить маяки и обеспечить наблюдение за поведением трещины



Рис. 4. Вертикальная трещина в поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями *Б* и *В*. Ширина раскрытия 6 – 8 мм, начало от потолка

В поперечной стене по оси 4 на третьем этаже между осями *Г* и *Д* наблюдается вторая трещина от потолка с затуханием книзу с меньшей шириной раскрытия (порядка 2 мм).

Дефекты в поперечной кирпичной стене по оси 4 представлены в табл. 2 и на рис. 4.

В балках и плитах перекрытия подвального помещения актового зала наблюдаются дефекты в виде отслоений защитного слоя бетона, коррозии рабочей арматуры и следов коррозии арматуры на внутренней поверхности конструкций перекрытия.

Дефектов в плитах покрытия не обнаружено, однако на внутренней поверхности плит покрытия в осях 3 – 4 наблюдаются хаотически расположенные следы протечек, свидетельствующие о неисправности кровельного покрытия (см. табл. 2).

При анализе технического состояния строительных конструкций здания по материалам обследования были использованы нормативные документы [1, 2].

Трещины в фундаменте в уровне цоколя при отсутствии трещин в наружных кирпичных стенах не могли возникнуть от вертикальной нагрузки, и, как показали дальнейшие расчеты с учетом сейсмических воздействий, по осям *А* и *Е* в нижней части здания между осями 3 и 4 возникают растягивающие напряжения, которые и вызывают появление трещин. Скорей всего, появление этих трещин произошло во время землетрясения (в 4 балла) в г. Новокузнецке в 2003 г.

Трещин в наружных кирпичных стенах, свидетельствующих о неравномерных деформациях оснований фундаментов, не обнаружено.

Т а б л и ц а 2

Ведомость дефектов в поперечной стене по оси 4

№ п/п	Привязка дефекта	Описание дефекта	Мероприятия по устранению дефектов	Примечания
1	Поперечная стена по оси 4 на третьем этаже между осями <i>Б</i> и <i>В</i>	Вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 6 – 8 мм с затуханием книзу (рис. 4)	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам покрытия и перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков покрытия и перекрытия
2	Поперечная стена по оси 4 на третьем этаже между осями <i>Г</i> и <i>Д</i>	Вертикальная трещина от потолка до пола с шириной раскрытия 2 мм с затуханием книзу	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам покрытия и перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков покрытия и перекрытия
3	Поперечная стена по оси 4 на втором этаже между осями <i>Б</i> и <i>В</i>	Продолжение вертикальной трещины с 3-го этажа с затуханием в середине высоты помещения. Максимальная ширина раскрытия в районе потолка 2 мм	Устройство армированной железобетонной стяжки по плитам перекрытия по проекту	Обеспечение жестких дисков перекрытия
4	Плиты покрытия в осях 3 – 4, <i>Б</i> – <i>Д</i> на третьем этаже	Следы протечек на плитах покрытия	Обеспечить ремонт кровли	–

Внутренние поперечные стены по осям 3 и 4 выполнены из обыкновенного полнотелого красного кирпича с полным заполнением швов жестким цементно-песчаным раствором. Толщина стены по оси 3 по всей высоте здания составляет 640 мм, по оси 4 – переменная: в подвале и на первом этаже – 510 мм, на втором и третьем этажах – 380 мм.

Трещины в верхней части поперечной кирпичной стены по оси 4 возникли не по причине осадок фундаментов. В поперечной стене по оси 4 от сейсмических воздействий в верхней зоне в двух местах возникают растягивающие напряжения. В районе этих напряжений и образуются вертикальные трещины. Другой причиной, способствующей появлению таких трещин, является то, что стена по оси 4 в верхней зоне имеет толщину 380 мм.

Следы протечек на внутренней поверхности плит покрытия свидетельствуют не о дефектах в них, а о неисправности кровельного покрытия здания.

Дефекты в балках и плитах перекрытия зрительного зала в виде отслоения защитного слоя бетона (рис. 5) свидетельствуют о недостаточности величины защитного слоя. При высокой влажности в подполье и подвальном помещении при недостаточной толщине защитного слоя бетона происходит коррозия арматуры, продукты которой, расширяясь, либо отслаивают защитный слой бетона, либо просматриваются на его поверхности. При этом несущая способность балок и плит покрытия в настоящее время обеспечена, однако со временем, вследствие коррозионного износа рабочей

арматуры, она будет уменьшаться, что может привести к нежелательным последствиям.

В результате обследования технического состояния строительных конструкций общественного здания и изучения технической документации установлено, что техническое состояние стен подвала, наружных кирпичных стен, балок, ригелей, плит перекрытий и плит покрытий согласно вышеприведенным документам можно оценить как «работоспособное»; техническое состояние внутренних поперечных стен – как «ограниченно работоспособное».

Анализ технического состояния строительных конструкций зданий с учетом требований норм сейсмостойкого строительства проводился с использованием нормативных документов [3 – 5].

Требования норм сейсмостойкого строительства и их выполнение в конструктивных решениях здания для города Новокузнецка сводятся к следующему:

- расчетная сейсмическая интенсивность для средних грунтовых условий – 7 баллов;
- сейсмичность площадки строительства по табл. 1 [6] – 8 баллов.

Как видно из табл. 3, большинство архитектурно-конструктивных решений здания не отвечают требованиям норм сейсмостойкого строительства.

Выводы. Категория технического состояния большинства конструкций здания, обеспечивающих его эксплуатационные качества, в соответствии с действующими нормативными документами, – «работоспособное». Общественное здание запроектировано и было по-



Рис. 5. Отслоение защитного слоя бетона в балке и плите перекрытия. Видна оголенная рабочая арматура

Конструктивные требования норм сейсмостойкого строительства

№ п/п	Номер документа	Требования норм сейсмостойкого строительства	Выполнение норм
1	[3] п. 3.3	Высота зданий не должна превышать размеров, указанных в таблице 8* [6]. Стены из кирпича, природных и бетонных камней и мелких блоков 2-й категории (11 м).	Не выполняется
2	[3] п. 3.4 [4] п. 7.1.4	Лестничные клетки следует предусматривать закрытыми, имеющими в наружных стенах оконные проемы. Устройство лестничных клеток в виде отдельно стоящих сооружений не допускается.	Выполняется
3	[3] п. 3.9 [4] п. 7.1.7	Сборные железобетонные перекрытия и покрытия зданий должны быть замоноличенными, жесткими в горизонтальной плоскости и соединенными с вертикальными несущими конструкциями.	Не выполняется
4	[3] п. 3.10 [4] п. 7.1.8	Жесткость сборных железобетонных перекрытий и покрытий следует обеспечивать путем: – соединения панелей (плит) перекрытий и покрытий и заливки швов между панелями (плитами) цементным раствором; – устройства связей между панелями (плитами) и элементами каркаса или стенами, воспринимающих усилия растяжения и сдвига, возникающие в швах. Боковые грани панелей (плит) перекрытий и покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом или для связи с элементами каркаса в панелях (плитах) следует предусматривать выпуски арматуры или закладные детали.	Не выполняется
5	[3] п. 3.11 [4] п. 7.1.9	В кирпичных и каменных зданиях длина части панелей перекрытий (покрытий), опирающихся на несущие стены, выполненные вручную, должна быть не менее 120 мм, а на вибрированные кирпичные панели и блоки – не менее 90 мм.	Выполняется частично в перекрытии. Выполняется в покрытии
6	[3] п. 3.12 [4] п. 7.1.10	Перегородки из кирпича или камня следует армировать на всю длину не реже, чем через 700 мм по высоте стержнями общим сечением в шве не менее 0,2 см ² .	Не выполняется
7	[3] п. 3.15	При строительстве в сейсмических районах по верху сборных ленточных фундаментов следует укладывать слой раствора марки 100 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру диам. 10 мм в количестве трех, четырех и шести стержней при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно. Через каждые 300 – 400 мм продольные стержни должны быть соединены поперечными стержнями диам. 6 мм.	Не выполняется
8	[3] п. 3.16	В фундаментах и стенах подвалов из крупных блоков должна быть обеспечена перевязка кладки в каждом ряду, а также во всех углах и пересечениях на глубину не менее 1/3 высоты блока; фундаментные блоки следует укладывать в виде непрерывной ленты. Для заполнения швов между блоками следует применять цементный раствор марки не ниже 25.	Не выполняется
9	[3] п. 3.17 [4] п. 7.1.15	Гидроизоляционные слои в зданиях следует выполнять из цементного раствора. Применение рулонных гидроизоляционных материалов не допускается.	Не выполняется
10	[3] п. 3.35 [4] п. 7.6.1(г)	Несущие кирпичные и каменные стены должны возводиться, как правило, из кирпичных или каменных панелей или блоков, изготавливаемых в заводских условиях с применением вибрации, или из кирпичной или каменной кладки на растворах со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем.	Не выполняется
11	[3] п. 3.41 [4] п. 7.6.7	Высота этажа зданий с несущими стенами из кирпичной или каменной кладки, не усиленной армированием или железобетонными включениями, не должна превышать при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно 5, 4 и 3,5 м.	Не выполняется

		При усилении кладки армированием или железобетонными включениями высоту этажа допускается принимать соответственно равной 6, 5 и 4,5 м.	
12	[3] п. 3.43 [4] п. 7.6.10	Размеры элементов стен каменных зданий следует определять по расчету. Они должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 10 [5]. Простенки должны быть шириной не менее 1,16 м при кладке II категории.	Не выполняется
13	[3] п. 3.44 [4] п. 7.6.11	В уровне перекрытий и покрытий должны устраиваться антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона или сборными с замоноличиванием стыков и непрерывным армированием. Антисейсмические пояса верхнего этажа должны быть связаны с кладкой вертикальными выпусками арматуры.	Не выполняется
14	[3] п. 3.45 [4] п. 7.6.12	Антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) должен устраиваться, как правило, на всю ширину стены; в наружных стенах толщиной 500 мм и более ширина пояса может быть меньше на 100 – 150 мм. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, марка бетона – не ниже 150. Антисейсмические пояса должны иметь продольную арматуру 4ø10 при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и не менее 4ø12 – при 9 баллах.	Не выполняется
15	[3] п. 3.46 [4] п. 7.6.13	В сопряжениях стен в кладку должны укладываться арматурные сетки сечением продольной арматуры общей площадью не менее 1 см ² , длиной 1,5 м через 700 мм по высоте при расчетной сейсмичности 7 – 8 баллов и через 500 мм – при 9 баллах.	Не выполняется
16	[3] п. 3.47 [4] п. 7.6.14	Сейсмостойкость каменных стен здания следует повышать сетками из арматуры, созданием комплексной кладки или другими экспериментально обоснованными методами.	Не выполняется
17	[3] п. 3.49 [4] п. 7.6.17	Перемычки должны устраиваться, как правило, на всю толщину стены и заделываться в кладку на глубину не менее 350 мм. При ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на 250 мм.	Выполняется
18	[3] п. 3.50 [4] п. 7.6.18	Дверные и оконные проемы в каменных стенах лестничных клеток при расчетной сейсмичности 8 – 9 баллов должны иметь, как правило, железобетонное обрамление.	Не выполняется

строено без учета современных требований норм сейсмостойкого строительства, поэтому его конструктивные решения не отвечают требованиям сейсмической безопасности. Вертикальные трещины в цокольной части фундаментов и в поперечной кирпичной стене по оси 4 не влияют на работу конструкции и являются не опасными при статической нагрузке, но могут быть опасными при сейсмических воздействиях. Отдельные железобетонные конструкции (балки, ригели, плиты перекрытий и покрытия) имеют дефекты, способствующие проявлению и развитию коррозии рабочей арматуры. Требуется выполнение антикоррозионных мероприятий, обеспечивающих эксплуатационную работоспособность конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / АО ЦНИИ Промзданий. – М., 1997.
2. СП 13-102 – 2003 «Свод правил по проектированию и строительству. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2003.
3. СНиП II-7 – 81*. Нормы проектирования. «Строительство в сейсмических районах». – М.: ФГУП ЦПП, 2007.
4. СП 31-114 – 2004. Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
5. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II-7 – 81* / Мин. Регион. России. – М.: ОАО «ЦПП», 2011.
6. Алешин Н.Н., Алешин Д.Н., Колесников А.В. Оценка технического состояния строительных конструкций общественного здания в городе Новокузнецке с учетом требований норм сейсмостойкого строительства: Сборник. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014.

© 2015 г. Н.Н. Алешин, Д.Н. Алешин,
А.В. Колесников
Поступила 3 марта 2015 г.

Г.Г. Русанов¹, И.И. Тетерина²

¹Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина

²Сибирский государственный индустриальный университет

КАРПОФЛОРА И МИКРОФАУНА В ОТЛОЖЕНИЯХ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ – ИНДИКАТОРЫ КЛИМАТА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ГОЛОЦЕНА

Наличие ископаемых карпофлоры, моллюсков и остракод в озерных отложениях Горного Алтая ранее было установлено в низкогорном и среднегорном поясе до абсолютных высот 1750 – 1815 м. Это позволило повысить надежность определения относительного возраста вмещающих отложений и палеогеографических реконструкций [1]. На высотах более 2100 м до недавнего времени была известна лишь ископаемая карпофлора из отложений в верховьях бассейна Чулышмана в долине реки Богояш [1].

В 2008 г. были отобраны образцы на микрофаунистический и карпологический анализы из средне-верхнеголоценовой части отложений, накопившихся в моренно-подпрудных озерах, расположенных в интервале абсолютных высот 2326 – 2474 м в Тархатинской котловине, долинах хребта Сайлюгем и озере Киндыктыкуль у подножия хребта Чихачева. Ниже приводятся результаты карпологических (аналитик Е.А. Пономарева) и микрофаунистических (аналитик И.И. Тетерина) определений. Эти результаты позволяют сделать предварительные выводы о климатических изменениях в высокогорье Юго-Восточного Алтая во второй половине голоцена. Также возможно сравнить их с результатами климатических реконструкций (по палинологическим данным) отложений озер Груша и Ак-Холь юго-западной части Тувы [2], которые находятся на тех же абсолютных высотах всего лишь в 50 км к северу от рассматриваемого района.

Моренно-подпрудные озера и их отложения. В долине реки Нарын-Гол у подножия хребта Чихачева на абсолютной высоте 2474 м (по GPS) находится моренно-подпрудное озеро Киндыктыкуль длиной 2,5 км и шириной 1,85 км. На его восточном берегу в 300 м южнее впадения в озеро реки Нарын-Гол вскрыта верхняя часть разреза озерных отложений. Под болотно-торфянистой почвой (0,15 м) залегает серый мелкозернистый алевритистый песок видимой

мощностью 0,85 м с включениями гравия и мелкой плоской гальки дисковидной формы. На глубине 0,45 м находится прослой (0,1 м) торфа, радиоуглеродный возраст которого (определен Л.А. Орловой) составляет 2115 ± 70 лет (СОАН-7411).

В юго-западной части хребта Сайлюгем в истоках реки Джазатор на абсолютной высоте 2350 м находится моренно-подпрудное озеро Тунгурюк длиной 2,1 км и шириной 0,55 км. В недавнем прошлом уровень воды в нем был на 1,5 – 2,0 м выше современного. Узкая осушенная прибрежная часть дна озера сложена гравийными песками, разбитыми морозобойными трещинами, содержащими многочисленные раковины моллюсков хорошей сохранности.

У выхода долины реки Узноик из хребта Сайлюгем в Тархатинскую котловину на поверхности конечно-моренного комплекса на абсолютной высоте 2370 м между двумя моренными валами находится небольшое (150×60 м) озеро, которое в настоящее время наполняется водой лишь во время весеннего снеготаяния, а уже к середине июля полностью пересыхает. Осушенное дно озера разбито каменными кольцами диам. до 3 м, и только в центре сохранились органоминеральные илы (сапропели) коричневого цвета.

Тархатинское моренно-подпрудное озеро длиной 1,25 км и шириной 0,5 км расположено в центре одноименной котловины на абсолютной высоте 2326 м. Уровень воды в нем при максимальном заполнении на 12 м выше современного. Полого наклонная поверхность осушенной части дна озерной котловины заболочена. На юго-западной оконечности этой котловины на нее наложена наземная дельта впадающего в озеро ручья. Эта дельта формировалась в условиях межстадиального потепления, разделяющего субатлантические стадии похолодания (историческую и актру). Дельтовый аллювий в прибрежной части перекрыт пачкой озерных илов и песков, с просло-

ем гиттии в основании, радиоуглеродный возраст которой (определен Л.А. Орловой) составляет 320 ± 40 лет (СОАН-7409) и соответствует стадии похолодания актру. Эта пачка формировалась при более высоком уровне озера, чем дельтовый межстадиальный аллювий.

Осушенная часть дна котловины Тархатинского озера разбита морозобойными трещинами, осложнена торфяными буграми высотой до 1 м и пятнами-медальонами, диаметр которых составляет 2 – 3 м. Два таких пятна находятся на его южном берегу 0,5 км западнее моренной подпруды на высоте 2 м над современным уровнем воды и расположены на 0,3 м одно над другим. Нижнее пятно-медальон сложено озерными темно-серыми глинами (33,39 %) с примесью песка (19,94 %) и очень высоким (46,67 %) содержанием карбоната кальция. Глины насыщены мелким гравием. Верхнее пятно-медальон представлено желтовато-белым рыхлым озерным мергелем, в котором содержание карбоната кальция составляет 88,89 %, незначительны примеси глины (9,72 %) и песчано-алевритовой фракции (1,38 %). Желтоватый цвет мергелю придает аутигенный лимонит, содержание которого достигает 5 %.

На северо-восточном окончании хребта Сайлюгем в 3 км от монгольской границы в верховьях бассейна реки Ташанта на абсолютной высоте 2353 м находится небольшое (2,5×2,0 км) котловинообразное понижение, ориентированное в субширотном направлении. В левом борту долины Ташанты открывается выход из этой котловины шириной 1,1 км, перекрытый мощным (шириной 500 м) моренным валом высотой до 40 м над дном котловины. Этот моренный вал оставлен ледником, спускавшимся в долину Ташанты с хребта Чихачева. В результате моренного подпруживания в котловине образовалось озеро, которое в максимум своего развития имело глубину не менее 20 м. Плоское, ныне сухое дно этой котловины заполняют озерные отложения неустановленной мощности, покрытые с поверхности тонкой желтовато-белой корочкой соли. Отложения вскрыты небольшими закопушками лишь на глубину до 0,5 м, представлены серыми глинами (83,48 %) с незначительной (1,44 %) песчано-алевритовой примесью и повышенным (15,08 %) содержанием карбоната кальция. Глины содержат мелкие раковины водных моллюсков, оставшиеся неопределенными, дресву и щебень с окружающих склонов, обломки костей млекопитающих.

Ископаемая карпофлора и микрофауна. Из песков озера Киндыктыкуль с глубины 0,6 м

выделен карпологический комплекс: *Nitella* sp. (4 оогонии), *Potamogeton filiformis* Pers. (3 эндокарпа), *Potamogeton perfoliatus* L. (5 эндокарпов), *Carex* ex gr. A (5 орешков), *Heleocharis palustris* R. Br. s. l. (3 орешка), отражающий фрагмент водно-болотной растительности с участием водоросли *Nitella* sp. и видов рода *Potamogeton*. Отмечаются и растения околводной флоры (*Carex* ex gr. A, *Heleocharis palustris* R. Br. s. l.).

Из песков озера Тунгуюк определены многочисленные раковины моллюсков *Lymnaea auricularia torquilla* West. и *Lymnaea auricularia bactriana* Hutton. В песке, заполнявшем эти раковины, обнаружены створки остракод: *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candona candida* (O.F. Müll.), *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Limnocythere inopinata* (Baird.), *Paralimnocythere negadaevi* Popova.

В илах озерной котловины в устье реки Узноик с глубины 0,2 м определены раковины моллюсков: *Limnaea peregra* (O.F. Müll.), *Anisus (Gyraulus) acronicus* Gr., а также мелкие створки раковин *Euglesa* и *Pisidium*. В них содержатся и многочисленные остракоды *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Cyprinotus salinus* (Brady), *Eucypris crassa* Müll., *Cypris pubera* Müll., *Candona candida* (Müll.), *Candona (Pseudocandona) stagnalis* Sars, *Paralimnocythere negadaevi* Popova, *Limnocythere inopinata* (Baird). Из этих же илов выделена ископаемая семенная флора *Potamogeton gramineus* L. (4 эндокарпа), *Potamogeton filiformis* Pers. (4 эндокарпа), *Potamogeton* cf. *lucens* (3 эндокарпа), *Potamogeton natans* L. (10 эндокарпов), *Potamogeton perfoliatus* L. (15 эндокарпов), *Potamogeton pusillus* L. (2 эндокарпа), *Potamogeton* sp. (40 обломков), *Poaceae* gen. indet. (1 тегмен), *Carex* ex gr. A (более 100 орешков), *Carex* ex gr. B (5 орешков), cf. *Cyperus* sp. (7 орешков), *Polygonum aviculare* L. (4 орешка), *Polygonum* cf. *hydropiper* L. (3 орешка), *Polygonum persicaria* L. (2 орешка), *Polygonum* sp. (4 обломка), *Batrachium* sp. (более 500 плодиков), *Potentilla anserina* L. (10 плодиков), *Thlaspi arvense* L. (2 семени), *Hippuris vulgaris* L. (2 эндокарпа).

Серые глины Тархатинского озера в большом количестве содержат обломки раковин моллюсков и створки остракод: *Candona (Pseudocandona) sarsi* Hartw., *Limnocythere inopinata* (Baird.), *Ilyocypris bradyi* Sars, *Cyclocypris laevis* (Müll.). По численности основу комплекса составляют первые два вида, вторые два представлены единично. Из глин выделен карпологический комплекс: *Chara* sp. (более 100 оогоний), *Nitella* sp. (5 оогоний),

Potamogeton filiformis Pers (10 эндокарпов), *Potamogeton* cf. *perfoliatus* L. (5 эндокарпов), *Potamogeton pusillus* L. (более 50 эндокарпов), *Potamogeton* sp. (более 30 обломков эндокарпов), *Carex* ex gr. В (3 орешка), *Batrachium* sp. (1 орешек), cf. *Apiaceae* gen. indet. (1 тегмен).

Из мергелей Тархатинского озера выделена многочисленная и разнообразная фауна умеренно теплолюбивых, эвритермных, солоноватоводных и эвригалинных остракод (*Ilyocypris tuberculata* Brady, *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Candona candida* (Müll.), *Candona (Pseudocandona) sarsi* Hartw., *Candona caudata* Kaufm., *Stenocypris grata*, *Cypridopsis vidua* (Müll.), *Potamocypris variegata* (Br. et Norm.), *Limnocythere inopinata* (Baird.)) и масса личиночных форм всех видов. Створки раковин остракод хорошей сохранности, тонкие и прозрачные. Кроме того, обнаружены раковины моллюсков *Armiger crista* (Linne) и *Planorbis* sp. Из мергелей выделен и карпологический комплекс: *Chara* sp. (более 500 оогоний), *Potamogeton pectinatus* (1 эндокарп), *Potamogeton filiformis* Pers (2 эндокарпа), *Potamogeton* sp. (обломки эндокарпов), *Poaceae* gen. indet. (2 тегмена).

В северо-восточной части хребта Сайлюгем в верховьях бассейна Ташанты из озерных глин выделены остракоды, представленные видами: *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Cyclocypris globosa* Sars, *Eucypris crassa* Müll., *Eucypris lutaria* Müll., *Eucypris foveatus* Popova, *Cyprinotus* sp., *Limnocytherina sanctipatricii* Br. et Rob., *Limnocythere manjetschensis* Negad., *Limnocythere inopinata* (Baird.). Створки крупные, тонкостенные, хорошей сохранности. Встречено много личиночных форм, особенно видов *Eucypris* и *Limnocythere*. Из этих же глин выделен ископаемый семенной комплекс: *Chara* sp. (3 оогонии), *Nitella* sp. (19 оогоний), *Potamogeton filiformis* Pers. (3 эндокарпа), *Potamogeton perfoliatus* L. (2 эндокарпа), *Potamogeton* sp. (1 обломок), *Zannichellia palustris* (12 эндокарпов), *Poaceae* gen. indet. (10 тегменов), *Chenopodium* cf. *rubrum* L. (4 семени), *Chenopodiaceae* gen. indet. (2 обломка), *Batrachium* sp. (обилие плодиков), cf. *Brassicaceae* gen. indet. (1 обломок).

Анализ всех приведенных данных дает возможность сформулировать следующее.

1. Карпофлора из отложений озера Киндыктыкуль отражает начало перехода к стадияльному похолоданию и увлажнению климата. Радиоуглеродный возраст погребенного торфа, залегающего выше по разрезу, соответствует начальному этапу первого стадияльного похолодания климата в первой половине субатлантического периода позднего голоцена, соот-

ветствующего исторической стадии похолодания Горного Алтая. Моллюски, которые обнаружены в песках озера Тунггрюк, населяют горные олиготрофные холодные водоемы с песчаным дном и богатой растительностью. Так, вид *Lymnaea auricularia bactriana* Hutton известен в горных озерных водоемах Казахстана (бассейн реки Иртыш), встречается и севернее (бассейн реки Енисей). Остракоды представлены эвритермными и эвригалинными видами. Вероятно, они отражают похолодание и увлажнение, соответственно, и повышение уровня озера во время последней стадии похолодания актру [3].

2. Моллюски из илов котловины Узноик – обитатели мелких временных водоемов, а моллюски рода *Euglesa* характерны для теплых мелководных постоянных водоемов [4]. Кроме того, в илах содержатся многочисленные умеренно теплолюбивые и эвритермные, эвригалинные и солоноватоводные остракоды. Створки раковин хорошей сохранности, крупные, тонкостенные, часто встречаются личиночные формы всех видов. Вид *Cyprinotus salinus* – типичный галобионт, обитающий в водоемах с соленостью воды не ниже 2 ‰. *Cypris pubera* – весенне-летний вид, обитающий в хорошо прогреваемых богатых растительностью мелководных водоемах [5].

В илах среди карпофлоры доминирующими и разнообразными в видовом отношении являются представители рода *Potamogeton*. Практически все виды рдестов эвритермные, солоноватоводные, а *Potamogeton natans* – локальный термофил. В количественном отношении господствует лютик водный, что свидетельствует о прогрессирующем похолодании. Менее разнообразны, чем рдесты, представители рода *Polygonum* – растения, в основном, береговой зоны водоемов. Семейство *Cyperaceae* представлено осоками (*Carex*) и сытью (*Cyperus*). Из мезофитов отмечаются *Potentilla anserina*, *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*. Характерной особенностью (по заключению Е.А. Пономаревой) является микстохронность. Встречаются семена и плоды одного вида и синхронные отложениям, и занесенные из современных растительных ассоциаций. Многие карпоиды несут следы транспортировки, много обломков, погрызов животными (особенно эндокарпов рдестов). Очевидно, все эти процессы происходили в пределах одновозрастной толщи, а переотложение карпоидов осуществлялось из слоя в слой при формировании вмещающих отложений в условиях частого и сильного колебания уровня озера вплоть до его полного осушения.

3. Тархатинское озеро во время накопления серых глин было пресным (на что указывают высокие содержания пресноводных остракод *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candona (Pseudocandona) sarsi*) либо его осолонение еще только начиналось. Численное преобладание в комплексе раковин видов *Ilyocypris* и *Candona* не противоречит утверждению, что летняя температура воды в озере не превышала 15 °С [3, 5]. Очевидно, накопление глин происходило в переходный период к потеплению климатического оптимума голоцена (атлантического периода). Рдесты представлены эвритермными, солоноватоводными видами, способными обитать в водоемах с соленостью воды не ниже 6 ‰ [6]. По-видимому, к этому времени уровень озера понизился, оно стало бессточным, хорошо прогреваемым на мелководье, началось его осолонение и карбонатонакопление.

Комплекс остракод из озерного мергеля, как и наличие самого мергеля, свидетельствует о том, что во время его накопления Тархатинское озеро было бессточным, мелководным и солоноватым. Вид *Cyclocypris laevis* образует популяции высокой плотности при температуре воды 20 – 23 °С, а его обилие может свидетельствовать о неустойчивости гидрологического режима палеоводоема. В комплексе отмечается присутствие видов *Stenocypris*, *Potamocypris*, *Cypridopsis*; это весенне-летние формы, обитающие в прогреваемых, богатых растительностью водоемах и переносящие колебания солености [3, 5]. В мергеле обнаружены раковины моллюсков *Armiger crista* (Linne) и *Planorbis* sp., это обитатели богатых растительностью теплых мелководий, не переносящие сезонного пересыхания [4]. Особенностью карпофлоры в мергеле является обилие водоросли *Chara*, а разнообразие видов рдестов уменьшается. Рдесты представлены единичными экземплярами. Эти виды указывают на еще более высокую (от 10 до 18 ‰) соленость озерных вод [6]. Харовые водоросли предпочитают воды с повышенным содержанием кальция, образуют в водоеме сплошные заросли, и, успешно конкурируя с другими растениями, обедняют состав подводных растительных группировок. Видовой состав семенного комплекса, наличие самого мергеля, а также фауна остракод и моллюсков свидетельствуют о том, что во время накопления мергеля Тархатинское озеро было бессточным, солоноватым (не ниже 10 ‰), с обильной водной растительностью. В летнее время на мелководьях (до 2 м) оно могло прогреваться до температуры не ниже 20 °С. Карбонатонакопление в бес-

сточных озерах умеренного пояса происходит в условиях достаточно сухого и теплого климата со среднеиюльскими температурами не ниже 20 °С [7]. В сухом климате катионы кальция менее подвижны и накапливаются в результате повышенного испарения [8], а при повышении температуры ускоряются химические реакции и скорость выпадения в осадок углекислого кальция прогрессивно возрастает [9]. Наличие в мергеле аутигенного лимонита говорит о колебаниях уровня водоема, в результате чего восстановительные условия могли сменяться окислительными. Карпофлора из серых глин и мергелей Тархатинского озера по заключению Е.А. Пономаревой датируется поздним голоценом, и, вероятно, отражает условия климатического оптимума (атлантического периода) голоцена.

4. В верховьях бассейна Ташанты фауна остракод представлена умеренно теплолюбивыми, эвритермными и эвригалинными видами. Здесь не встречены представители родов *Candona* и *Ilyocypris*, явно выраженных фригофилов. Однако установлено большое количество крупных, тонкостенных раковин *Eucypris* и *Herpetocypris*, а также раковин *Cyclocypris globosa*. Эта фауна отражает условия теплого мелководного солоноватого бессточного озера, прогревавшегося в летнее время, вероятно, до температуры не ниже 15 – 20 °С, на что указывает и повышенная карбонатность глин [3, 5]. Карпофлора состоит в основном из водных форм: водоросли (*Chara*, *Nitella*), рдесты (*Potamogeton*), занникеля (*Zannichellia*), обилие плодиков водного лютика (*Batrachium*). Отмечается группа растений мезофитов, представителей семейств *Chenopodiaceae* и *Brassicaceae*. Эта флора также, очевидно, отражает условия относительно теплого мелководного солоноватого бессточного озера, прогревавшегося в летнее время, вероятно, до температуры не ниже 18 – 20 °С.

5. Моренно-подпрудные озера образовались в самом конце позднего неоплейстоцена на заключительных этапах деградации последнего оледенения. Стратиграфически значимым видом остракод является *Limnocythere inopinata*, этот вид характерен для позднего неоплейстоцена и голоцена, обнаружен в отложениях всех рассмотренных выше озер. К верхне-неоплейстоценовым и голоценовым отложениям приурочены виды *Candona caudata*, *Cypridopsis vidua* и *Cyprinotus salinus*, которые в голоцене приобретают массовое развитие, вид *Candona stagnalis* приурочен только к отложениям голоцена. В целом возраст отложений моренно-подпрудных озер Юго-Восточного

Алтая по фауне остракод датируется не детальнее, чем конец позднего неоплейстоцена – голоцен. Это вполне сопоставимо с началом осадконакопления в озерах Груша (14660 л.н.) и Ак-Холь (13380 л.н.) Юго-Западной Тувы [2]. Однако климатические реконструкции по карпологии и микрофауне прямо противоположны подобным реконструкциям по палинологическим данным, полученным из отложений озер Груша и Ак-Холь [2].

6. Карпофлора и микрофауна свидетельствуют, по мнению авторов, о том, что, по крайней мере с середины голоцена во время межстадиальных потеплений климат высокогорья был существенно теплее и суше, чем современный. В результате озерные воды могли прогреваться в летнее время до 20 °С (для сравнения, в озере Узунколь (долина Буйлюгема, Юго-Восточный Алтай), расположенном на абсолютной высоте 2273 м, в настоящее время температура воды летом в приповерхностном слое не превышает 15 °С, а на глубине – 9 – 11 °С [10]). В эти периоды повышение летних температур в высокогорье Юго-Восточного Алтая на 5 – 6 °С приводило к смещению ландшафтных поясов на 400 – 500 м выше своего современного положения [1]. Очевидно, что в периоды потеплений и аридизаций уровни озер не только понижались, но и испытывали значительные колебания, а некоторые из озер, вероятно, могли полностью пересыхать. Озера становились бессточными, происходило осолонение озерных вод, повышались их общая минерализация, жесткость и щелочность, развивалась пышная водная растительность. Озера отличались ярко выраженной эвтрофностью, богатством воды углекислым кальцием, периодическим дефицитом кислорода в воде, что могло приводить к сезонным заморам. На это могут указывать значительные содержания личиночных форм остракод. Такие заморы в придонных слоях эвтрофных озер аридных областей наблюдаются летом вследствие полного потребления кислорода [9]. На засушливые условия указывает и хорошая сохранность раковин остракод и моллюсков. В аридной зоне, где из-за недостатка влаги ослаблена водная миграция, и где в осадке господствует щелочная или нейтральная среда, кальций всегда в избытке. Растворение раковинного вещества ослаблено или отсутствует. Поэтому в таких условиях раковины сохраняются чаще и в хорошем состоянии, которое зависит преимущественно от местных условий диагенеза [9]. Во время стадийных похолоданий и увлажнений климата уровень озер повышался, температура озерных вод в летнее

время могла понижаться до 15 °С и ниже. В эти периоды озера становились олиготрофными проточными. Происходило их опреснение, понижение уровня минерализации, жесткости и щелочности, в результате очень резко снижалось карбонатакопление.

Выводы. На основании изучения видового состава ископаемых семян, моллюсков и остракод делаются выводы о климатических изменениях в высокогорье Юго-Восточного Алтая во второй половине голоцена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б у т в и л о в с к и й В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. – Томск: изд. ТГУ, 1993. – 252 с.
2. Б л я х а р ч у к Т.А. Реконструкция лесной и высокогорно-степной растительности юго-западной части Тувы с позднеледниковья до современности // География и природные ресурсы. 2008. № 1. С. 89 – 96.
3. К о в а л е н к о А.Л. Современные остракоды бассейна Днестра. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 180 с.
4. С т а р о б о г а т о в Я.И. Класс Двустворчатые моллюски. Класс Брюхоногие. – В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 123 – 351.
5. Б р о н ш е й н З.С. Ostracoda пресных вод. Ракообразные. – В кн.: Фауна СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1947. Т. 11. Вып. 1. – 339 с.
6. Б у р а к о в а А.Т. Распознавание озерной обстановки и окружающего палеоландшафта по остаткам высших растений // Вестник ЛГУ. 1986. Серия 7. Геология, география. Вып. 2. С. 71 – 75.
7. С т р а х о в Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 2. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 574 с.
8. П е р е л ь м а н А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Недра, 1975. – 339 с.
9. Т о л с т и к о в а Н.В. О возможности использования моллюсков для реконструкции палеолимнологических условий в древних озерах аридного и гумидного климата. – В кн.: Палеолимнология озер в аридных и гумидных зонах. – Л.: Наука, 1985. С. 62 – 85.
10. Б о р о д а в к о П.С., А х м а т о в С.В. К географии озер Юго-Восточного Алтая // Вестник ТГУ. Серия «Науки о Земле». 2003. № 3 (IV). С. 32 – 34.

© 2015 г. Г.Г. Русанов, И.И. Тетерина
Поступила 11 декабря 2014 г.

Л.Р. Ланге

Сибирский государственный индустриальный университет

**ОПЫТ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Основной схемой очистки большинства водопроводных станций Кемеровской области является классическая двухступенчатая, включающая коагулирование, отстаивание или осветление в слое взвешенного осадка, фильтрование и обеззараживание воды хлором. Принятая схема очистки зачастую не соответствует качеству воды в водоисточнике. Так, на сооружениях, расположенных на реке Томи от Междуреченска до Кемерово, применяются горизонтальные отстойники с камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка или осветлитель со слоем взвешенного осадка. Эти сооружения предназначены для осветления вод средней мутности и мутных вод (при мутности более 50 мг/дм³). Такая мутность воды бывает на водозаборе Междуреченска 5 – 15 дней в году, Новокузнецка – 10 – 20 дней в году, в Прокопьевске не бывает никогда, в Кемерово – 20 – 35 дней в году. Таким образом, большую часть года взвешенный слой не образуется и отстаивания воды не происходит.

Многие станции очистки построены в 50 – 60 гг. прошлого века (а иногда и раньше), техническое состояние сооружений на них неудовлетворительное, износ сетей и сооружений водоснабжения превышает порой 50 %.

В связи с ужесточением требований к качеству питьевой воды и повышенным антропогенным загрязнением водоисточников для нормализации и улучшения работы водопроводных очистных сооружений требуются обследование и предварительная оценка состояния всех их элементов, определение возможных путей повышения эффективности их работы. Это важно, так как применение дополнительных технологических сооружений приводит к усложнению и, как следствие, к удорожанию технологии. Поэтому при решении вопросов об увеличении производительности водопроводных сооружений и об улучшении качества питьевой воды необходимо определить возможную максимальную производительность станции без ее расширения при получении воды, соответствующей СанПиН 2.1.4.1074 – 01 [1].

Обследование водопроводных очистных сооружений предлагается проводить в несколько этапов.

Первый этап – это гидравлические испытания, целью которых является определение возможной производительности станции при существующей высотной схеме без учета качества очищенной воды. В ходе исследований определяется фактический коэффициент гидравлического сопротивления сооружений и коммуникаций. Это позволяет выявить узкие места станции по гидравлике и определить пути их нормализации без изменения существующей высотной схемы. Так, при исследованиях на Карайском водозаборе г. Междуреченска и Драгунском водозаборе г. Новокузнецка установлено, что «узким» местом являются горизонтальные отстойники, а на Левобережном водозаборе г. Новокузнецка – осветлители со слоем взвешенного осадка. Следует отметить, что, как правило, наименьшую пропускную способность имеют сооружения первой ступени очистки.

На втором этапе определяется возможная максимальная производительность каждого сооружения при соблюдении нормативного качества очищенной воды. Эти исследования проводятся в различные периоды года при разном качестве воды в источнике. По результатам исследований определяются мероприятия по увеличению производительности сооружений станции без ее расширения. Например, по результатам исследования на Карайском водозаборе г. Междуреченска была осуществлена реконструкция скорых фильтров с заменой дренажной системы малого сопротивления на распределительную систему фирм «Экотон» и «Экополимер» и песчаной фильтрующей загрузки на горелые породы фирмы «Аргеллит» г. Киселевска. Это позволило увеличить производительность фильтров в самый тяжелый паводковый период на 15 – 20 % [2]. Замена фильтрующей загрузки по результатам исследований на Драгунском водозаборе г. Новокузнецка позволила в осенний паводковый период значительно увеличить скорость фильтрования и получать фильтрат с мутно-

стью 0,2 – 0,6 мг/дм³ (норма –1,5 мг/дм³, европейская норма 0,58 мг/дм³).

Как показывают исследования, на большинстве станций плохо работает первая ступень очистки (включая реагентное хозяйство), что ведет к увеличению нагрузки на фильтровальные сооружения и к ухудшению их работы. Поэтому повышенное внимание при проведении исследований необходимо уделять работе реагентного хозяйства и первой ступени очистки.

В связи с большим объемом работ по исследованию реагентной обработки следует создавать пилотные установки, которые позволяют улучшить качество исследований. На Драгунском и Левобережном водозаборах г. Новокузнецка были смонтированы так называемые технологические лаборатории [3]. В их состав входят установка для пробного коагулирования воды с механическими мешалками и модели сооружений, работающих на станции.

В лаборатории осуществлен подвод сырой воды из источника, воды после смесителя и после отстойников. В течение нескольких лет было исследовано большое количество коагулянтов и флокулянтов, определены их оптимальные дозы, места ввода, временной разрыв между вводом реагента и флокулянта. В результате было установлено, что наибольший эффект имеет применение в качестве коагулянта оксихлорида алюминия (ОХА). Следует отметить, что при выборе ОХА следует учитывать особенности качества воды в источнике. Наиболее важной характеристикой, определяющей работоспособность реагента в конкретных условиях, является его основность, при которой процесс очистки наиболее эффективен. Для воды реки Томь в г. Новокузнецке наиболее эффективным является ОХА с высоким модулем основности – 5/6, с атомным соотношением Al/Cl – не менее 2,1. Применение ОХА производства ЗАО «Сибресурс» г. Новосибирска и катионного флокулянта Праестол 650-TR позволило в наиболее тяжелый период паводка при температуре воды 0,2 – 0,5 °С, мутности 150 мг/дм³, перманганатной окисляемости 16 мг/дм³, щелочности 0,27 мг-экв/дм³ и высокой бактериальной загрязненности обеспечить очистку воды до норм СанПиН. Кроме того, применение указанных реагентов снизило удельную стоимость очищенной воды с учетом складских и транспортных расходов.

В нормальной работе первой ступени очистки очень важна роль смесителя. От полноты и скорости смешения зависят качество коагуляции и расход коагулянта. На большинстве станций очистки нашей страны применя-

ются гидравлические смесители, которые характеризуются конструктивной простотой и надежностью в работе. Однако они не позволяют менять режим работы при изменении качества сырой воды, а при уменьшении расхода воды ниже расчетного не обеспечивают надлежащий эффект смешения. Одной из мер по оптимизации работы гидравлических смесителей может быть рекомендована установка аэратора с целью улучшения процесса смешения с помощью сжатого воздуха. Это позволяет также изменять интенсивность смешения в зависимости от качества воды в источнике.

После смешения коагулянта с обрабатываемой водой эффективность коагуляции определяется процессом хлопьеобразования, роль которого заключается в получении крупных, легкооседающих хлопьев с хорошо развитой поверхностью. На процесс их формирования оказывают влияние качество воды (особенно ее температура), вид и доза коагулянта, режим перемешивания. К сожалению, гидравлические камеры хлопьеобразования из-за своего конструктивного несовершенства зачастую не могут обеспечить необходимых условий для эффективного хлопьеобразования. На стадии исследования следует выбрать способ реконструкции или совершенствования работы камер хлопьеобразования в данных конкретных условиях. Для улучшения работы камер хлопьеобразования в г. Кемерово и Осинники смонтированы рециркуляторы конструкции СПБНИИ АКХ, которые позволили несколько улучшить работу камер в период с низкой мутностью исходной воды. Конструкция рециркуляторов предусматривает возврат образовавшихся хлопьев в зону подачи исходной воды с коагулянтам, то есть осуществляется процесс внутренней рециркуляции.

Однако такую реконструкцию часто сложно провести без демонтажа перекрытия. А это не только дорогое, но и опасное мероприятие.

В технологической лаборатории следует исследовать возможность перемешивания воды в камерах с помощью воздуха, подаваемого через перфорированные трубопроводы, уложенные в нижней части камеры, или с помощью механических мешалок. Последние широко применяются за рубежом, а в последние годы стали использоваться и в практике отечественных станций очистки.

Лопастные мешалки позволяют регулировать интенсивность перемешивания, снижая ее к концу камеры хлопьеобразования. Задачей исследования является определение интенсивности и продолжительности перемешивания в зависимости от качества воды и особенно ее

температуры. Практика показала, что если нормализована работа смесителей и камер хлопьеобразования, то отстойники, как правило, начинают справляться со своей ролью осветления воды. В крайнем случае следует рассмотреть вариант применения тонкослойных блоков.

Очень большое значение имеет хорошая работа фильтров. Следует рассматривать вопрос их реконструкции с заменой дренажных систем на системы, работающие без поддерживающих слоев, и выбором фильтрующего материала, имеющего хорошие фильтрационные свойства. В условиях Кемеровской области наилучшими фильтрационными свойствами обладают горелые породы фирмы «Аргеллит» г. Киселевска, созданной на базе шахты «Дальние горы» после ее закрытия. Особенностью этого материала является то, что он образован при пожаре в подземных условиях и обладает постоянным качеством [4].

При получении питьевой воды, забираемой из поверхностных источников, на станциях очистки образуется значительное количество загрязненных вод от продувки горизонтальных отстойников или осветлителей со слоем взвешенного осадка и промывки скорых фильтров. Общее количество сбросных вод достигает 6 – 10 % от производительности станции. Эти воды имеют высокие показатели по взвешенным веществам, цветности, содержанию алюминия и других ингредиентов.

Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, их утилизация и уменьшение экологического ущерба являются актуальными задачами, решение которых для многих водопроводных станций представляет серьезную проблему.

Возврат в «голову» сооружений связан с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения – неравномерностью подачи и отличия качественных показателей обрабатываемой поверхностной воды от добавляемой промывной.

Исследования по осаждаемости промывных вод показали, что без реагентной обработки процессы идут очень медленно. Отстаивание воды в свободном объеме в течение 1 ч позволяет снизить содержание взвеси до 30 мг/дм³; дальнейшее увеличение времени отстаивания не приводит к изменениям. Обработка флокулянтами позволяет резко сократить время отстаивания до 10 – 20 мин при существенном (до 4 – 2 мг/дм³) повышении качества отстоянной воды [5].

Для обработки таких вод можно выделить (из имеющихся на станции или проектируемых) один или несколько отстойников и скорых фильтров и использовать их для обработки повторно загрязненных вод. При этом на выделенных сооружениях может поддерживаться индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляться в резервуары чистой воды, использоваться для промывки фильтров или других целей станции.

Выводы. Предлагаемые мероприятия обследования и реконструкции позволяют в короткие сроки и без существенного удорожания технологии оптимизировать работу сооружений водоподготовки в условиях прогрессирующего антропогенного загрязнения водных источников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.4.1074 – 01. Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. – М.: Инф.-изд. центр Госкомэпиднадзора России, 2002. – 111 с.
2. Г о х м а н Б.М., Л а н г е Л.Р. Опыт применения горелых пород в качестве фильтрующего материала. – В кн.: Сб. трудов IX междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. – Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2006. С. 33 – 36.
3. Л а н г е Л.Р., Г о х м а н Б.М. Технологическое моделирование процесса очистки природной воды. – В кн.: Сб. трудов VIII междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. – Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2005. С. 16 – 20.
4. Л а н г е Л.Р. Водоочистные фильтры. Конструкции, область применения, эксплуатация. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2004. – 146 с.
5. Л а н г е Л.Р., Д о р д и н В.Д. Снижение расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки // Вестник СибГИУ. 2012. № 1. С. 57 – 59.

© 2015 г. Л.Р. Ланге
Поступила 2 декабря 2014 г.

УДК 711.454-163

Р.А. Дрожжин

Сибирский государственный индустриальный университет

РЕНОВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В структуре современного крупного города с населением свыше 500 тысяч человек, с большим количеством промышленных предприятий сложно найти территории для строительства в черте уже сложившихся районов. Большинство промышленных гигантов в России создавались во времена индустриализации страны в 30-е гг. прошлого века. Целые города возводились вокруг строящихся заводов. На земельных участках, вынесенных за черту города, или на территориях пришедших в упадок промышленных предприятий образуются территории-«призраки», которые только намекают, что здесь когда-то было крупное производство. Бывшие зоны промышленных предприятий и заводов образуют пустые территории в плотной застройке города, в плане которого появляются зияющие дыры, окруженные сложившимися жилыми районами.

Подобная проблема сложилась и в Новокузнецке – индустриальном городе, получившем свое развитие во время первых «пятилеток» молодого Советского государства. Сейчас в нем располагаются как градообразующие предприятия (крупнейшие в стране металлургические заводы), так и достаточно большое количество других промышленных предприятий разного класса, некоторые из которых давно устарели и пришли в упадок.

В настоящее время проблема отслуживших свой срок промышленных комплексов, зданий и их инфраструктур остро стоит на повестке дня не только в нашем городе, но и во всех промышленных регионах Российской Федерации. Считается, что выходом из сложившейся ситуации может стать реновация деградирующих промышленных объектов и их территорий.

Целью настоящего исследования является анализ процесса реновации, ее целесообразность и эффективность в условиях урбанизированного города, для этого рассмотрены аналоговые примеры преобразования индустриальных центров и их инфраструктур с сохранением объектов, но изменением их функций, проанализирован опыт различных стран и архитектурных мастерских.

Научная новизна исследования заключается в апробации тематики реновации для дегради-

рующих промышленных территорий г. Новокузнецка и других индустриальных городов Кемеровской области. Работы по аналогичным темам были найдены в зарубежной литературе [1, 2] (рис. 1, 2), на территории России эту тему серьезно исследовали только в Москве и Санкт-Петербурге.

Для промышленного Кузбасса реновация деградирующих территорий является единственным выходом из сложившейся на данный момент ситуации с ветхими строениями и нехваткой земли под строительство. Попытка решить этот важный социально-экономический вопрос в современных условиях становится особенно актуальной.



Рис. 1. Бывшая фабрика (а) и ее реновация (б) в Барселоне, Испания (архитектор Рикардо Бофилл)



Рис. 2. Старый завод (а), а также его ремонт и реконструкция в высококачественный гостинично-офисный комплекс (б) в городе Ханчжоу

Термин «реновация» трактуется как адаптация существующего объекта за счет изменения функционального назначения здания, сооружения, комплекса для дальнейшего использования.

Целесообразность реновации, внедрения альтернативных функций обуславливают социальные, экономические, психологические, исторические и эстетические факторы. Многие промышленные предприятия переносятся из центра города на его окраины, в область. При отказе от промышленного использования территории предусматривается снижение негативного воздействия на состояние окружающей среды.

Использование внутренних территорий, архитектурно-пространственная и функциональная организация которых на сегодняшний день не соответствуют их градостроительной значимости и потенциалу, обычно не предполагает реновации и восстановления предприятий. Поэтому одним из вариантов использования территории является полный снос существующего объекта и строительство нового по функциям комплекса с нуля. Но при таком ме-

тоде значительно увеличиваются затраты (на снос объектов, на расчистку территории и так далее). Во многих случаях производственные здания являются архитектурными памятниками и охраняются государством.

С функциональной точки зрения существует три принципиально разных направления преобразования промышленных территорий:

1 – сохранение промышленной функции:

- мемориальный путь – полная реставрация здания, сохранение его первоначального облика (актуально для памятников промышленной архитектуры);
- совершенствование – внедрение новых технологий производства в существующий объем здания и реконструкция объекта;

2 – частичная рефункционализация:

- реконструкция планировочной структуры, основным принципом которой является вычленение и сохранение наиболее устойчивых планировочных характеристик;
- превращение объекта в музей;
- включение новых объектов городского значения в историко-промышленные территории;

3 – полная рефункционализация:

- рефункционализация существующих памятников индустриального наследия согласно критериям социально-культурной востребованности и актуальности (перепрофилирование промышленных объектов под жилые здания, административно-офисные центры, образовательные учреждения, культурно-развлекательные центры, гостиницы, предприятия торговли, спортивные сооружения);
- экологическая реабилитация территории за счет рекультивации нарушенных территорий, создание новых зеленых массивов (парков, скверов, аллей);
- полный снос промышленного объекта и использование территории в других целях.

Из множества существующих методов для реконструкции или рефункционализации объектов выделим несколько основных, которые позволят адаптировать промышленную архитектуру к современным условиям.

Метод «аппликации» предполагает создание композиции на основе уже существующей конструкции; это реконструкция фасадной плоскости, создание «фальшфасада» (создание композиции из объемов и плоскостей, различных по цвету, текстуре, фактуре). Такой способ пред-

полагает работу с новейшими материалами, создается современная красивая оболочка.

Метод «аналогий» предполагает сравнение проектируемого объекта с теми или иными свойствами образного аналога. Метод применяется в том случае, когда объекту необходимо придать новые качества. Целесообразнее для промышленной архитектуры применять функциональные аналогии: образы, детали, элементы, говорящие не только о функции здания, но и о специфике предприятия. Прием: функционально-художественное использование инженерного оборудования, вынесенного на фасад. Технические аналогии: образы, возникшие на основе технического изделия, или условное отображение на фасаде технологического процесса предприятия. Используется реальное передвижение или искусственно созданный эффект технологии (подсветка и пр.).

«Интеграция» – врезка дополнительных элементов и структур в существующие конструкции здания. Прием: создание новых или усиление старых доминант, пристройка объемов, коммуникационных пространств, смена масштабов здания (адаптивность к окружающим масштабам застройки).

Если рассматривать взаимосвязь промышленных и жилых объемов в структуре городской застройки с точки зрения композиции, можно выделить следующие приемы адаптации промышленной застройки к современным условиям:

– модификация – изменение объекта или его частей по пропорциям, форме, положению частей, конфигурации;

– замена – введение новых отдельных проекций, форм, функций, конструкций, материалов и др.;

– устранение или добавление – уменьшение количества форм, конструкций, функций или присоединение новых, расширяющих возможности решений;

– сочетание – комбинаторика идей, свойств, функциональных составляющих, элементов объекта между собой;

– инверсия – переворачивание, рассмотрение проблемы или ситуации от противного.

Выводы. Существует несколько направлений, методов и приемов адаптации индустриального наследия к современному контексту города. Будущее промышленной архитектуры заключается в ее приспособлении к стремительно развивающимся технологиям, что достигается реконструкцией «неэффективных» промышленных объемов либо заменой их функционального назначения. Различные архитектурно-композиционные приемы позволяют адаптировать и гармонизировать промышленные объекты к структуре активно развивающегося современного города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт Рикардо Бофилл. – [Электронный ресурс] <http://www.ricardobofill.ru/RU/570/Фабрика/Сегодня.html> (Дата обращения 10.01.2015).
2. Журнал Builder Magazine. 2013. № 05. 2014. № 08. – [Электронный ресурс] <http://www.archi.ru/> (Дата обращения 10.01.2015).

© 2015 г. Р.А. Дрожжин
Поступила 10 февраля 2015 г.

А.М. Благоразумова, М.В. Крупно, Л.В. Ворон, Е.С. Калашникова

Сибирский государственный индустриальный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ 5-ГО КАНАЛИЗАЦИОННОГО БАССЕЙНА Г. ПРОКОПЬЕВСКА

Очистные сооружения 5-го канализационного бассейна г. Прокопьевска (рис. 1) расположены на правом берегу реки Аба в районе мясокомбината. На них направляют городские сточные воды от жилых районов города: Центрального, Красногорского, Ясной Поляны, Зенковского. Кроме того, поступают сточные воды со следующих промышленных предприятий: шахты им. Дзержинского, ООО «Электропром», ООО «Технология МСК», ОАО «Хлебокомбинат № 1», АО «Подземтранс-маш», АО «Пингвин». На этих сооружениях применяется традиционная схема двухступенчатой очистки сточных вод, приведенная на рис. 2, по которой стоки с расходом 15000 м³/сут. поступают в приемную камеру. Концентрации загрязнений за исследуемый период приведены в таблице.

Часть сооружений находится в законсервированном состоянии из-за низких значений БПК (биохимическое потребление кислорода) сточных вод в результате закрытия и снижения производственных мощностей многих промышленных предприятий города и в связи с изменением количественного и качественного состава сточных вод.

Данные получены по результатам лабораторных анализов сточных вод, а технологические схемы – из регламента очистных сооружений [1].

Сточные воды в соответствии с технологической схемой проходят механическую очистку на решетках с прозорами 16 мм.

Для очистки стоков от песка применены горизонтальные песколовки диам. 4,2 м с круговым движением воды. Песколовки предназначены для задержания тяжелых примесей, содержащихся в сточной воде. Их удаление является обязательным, так как абразивные свойства песка приводят к разрушению механизмов и бетонных сооружений. Кроме того, песок может накапливаться в каналах, аэротенках, метантенках и снижать рабочий объем сооружений. Песковая пульпа гидроэлеватором подается на песковые площадки на обезвоживание.

Первичные отстойники располагают в технологической схеме очистки сточных вод непосредственно за песколовками. Грубодисперсные нерастворимые примеси под воздействием гравитационной силы оседают на дно отстойника, а жировые вещества всплывают на поверхность.



Рис. 1. Очистные сооружения 5-го канализационного бассейна

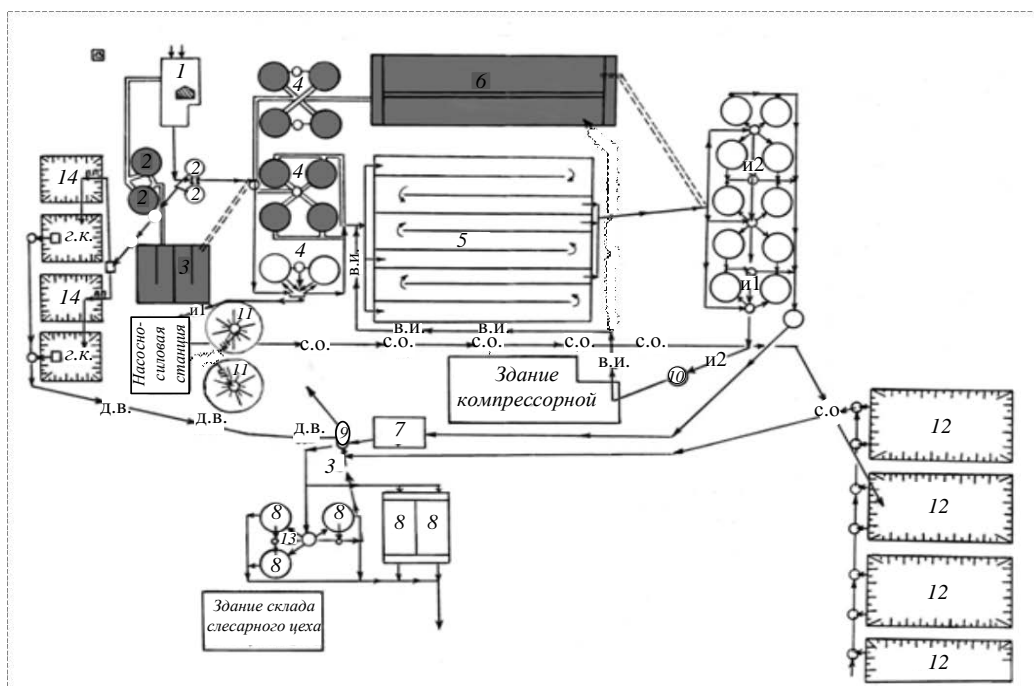


Рис. 2. Технологическая схема очистных сооружений:

1 – здание решеток; 2 – вертикальные песколовки; 3 – горизонтальный преаэратор; 4 – первичный вертикальный отстойник с нисходяще-восходящим потоком; 5 – аэротенк; 6 – вторичный вертикальный отстойник с центральной трубой; 7 – здание хлораторной; 8 – контактные резервуары; 9 – резервуар для приема дренажных стоков и перекачки в голову сооружений; 10 – резервуар для приема и перекачки активного ила; 11 – метантенки (законсервированы); 12 – иловые карты; 13 – контейнеры для сбора крупного мусора и отбросов с решеток; 14 – песковые площадки; п.п. – песковая пульпа; с.о. – сырой осадок; г.к. – гравийный колодец; и1 – осадок с первичных отстойников; и2 – ил со вторичных отстойников; в.и. – возвратный ил; д.в. – дренажная вода

На очистных сооружениях 5-го канализационного бассейна используют вертикальные первичные отстойники с нисходяще-восходящим потоком поступления сточной жидкости диам. 9,0 м. Для увеличения нагрузки на очистные сооружения перед первичными отстойниками вмонтирован лоток, погруженный в сточную воду, куда направляют одну треть часть сырого осадка первичных отстойников.

Биологическая очистка. Биологические методы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для них источником питания. К сооружениям био-

логической очистки относятся аэротенки и вторичные отстойники.

Аэротенк представляет собой железобетонный резервуар прямоугольной формы в плане, разделенный продольными перегородками на коридоры, по которым протекает сточная жидкость, смешанная с активным илом. Активный ил с физико-химической точки зрения – коллоид с $pH = 4 - 9$, заряд отрицательный, с биологической точки зрения – это скопление аэробных бактерий в виде зооглей, образующих хлопья, легко отделяемые от очищенной воды гравитационным отстаиванием или флотацией.

На очистных сооружениях 5-го канализационного бассейна функционируют трехкоридорные

Концентрация загрязнений

Дата (месяц)	Показатели загрязнений сточных вод, мг/л					
	Взвешенные вещества	БПК _{полн}	Азот (аммонийный)	Азот (нитритный)	Азот (нитратный)	Фосфаты
Январь	56,60	63,40	11,39	0,11	0,92	1,33
Февраль	51,60	46,70	11,36	0,11	1,92	0,98
Март	40,20	46,70	11,40	0,17	1,67	1,79
Апрель	57,20	43,40	11,13	0,69	2,44	1,25
Май	51,60	54,20	11,20	0,30	1,90	0,88
Июнь	52,20	49,30	14,61	0,34	0,95	0,89

аэротенки-вытеснители с мелкопузырчатой системой аэрации из полимерных труб НПФ «Экотон», уложенных в две нитки. Система аэрации необходима для снабжения аэробных микроорганизмов кислородом, окислительных процессов и перемешивания сточных вод с активным илом.

Вторичные отстойники служат для разделения иловой смеси из аэротенков на активный ил и очищенную воду. Установлены вертикальные отстойники с центральной трубой диаметром 9,0 м в количестве 10 шт. Активный ил, осевший во вторичных отстойниках, направляется в аэротенки.

Обеззараживание очищенных сточных вод осуществляется гипохлоритом кальция. После очистки и обеззараживания стоки сбрасываются в реку Аба.

Обработка осадков выполняется по следующей схеме: сырой осадок первичных отстойников подается насосами на иловые площадки с естественным основанием и дренажем на обезвоживание. Обезвоженные осадки с песколовков и иловых площадок направляются на карьеры шахты им. Дзержинского для рекультивации нарушенных земель.

Рекомендации для повышения эффекта очистки воды при реконструкции очистных сооружений

Предлагаются следующие варианты технических решений:

1. Повысить эффективность задержания отбросов в решетках путем установки решеток НПФ «Экотон» с прозорами 4 – 5 мм.

2. Очистку сточных вод производить в аэротенках с продленной аэрацией для удаления из сточных вод соединений азота нитриденитрификацией.

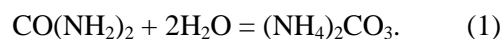
3. Применение биоблоков научно-производственных фирм «Экотон», «Этек», «Экополимер». Биоблоки устанавливаются по новым технологиям в коридорах аэротенков после регенераторов или биореакторов, которые устраивают после вторичных отстойников для удаления из сточных вод соединений азота и фосфора.

4. Применение нитриденитрификации по методике, изложенной в работе [2], которая позволяет без сложной реконструкции увеличить эффект задержания соединений азота и фосфора.

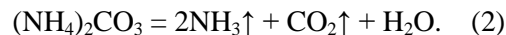
Нитрификация и денитрификация – совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов и нитратов и восстановления их до свободного азота.

Процесс трансформации азота начинается в канализационной сети, когда под воздействием

уробактерий мочевины гидролизуются с образованием углекислого аммония [3]:



Углекислый аммоний диссоциирует на аммиак, углекислый газ и воду:



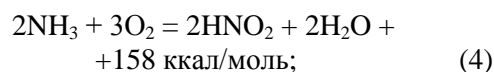
В водном растворе аммиак присутствует в виде гидроксида аммония:



После полной аммонификации азот присутствует в сточной жидкости в виде аммиака NH_4 (при высоком рН) или иона аммония NH_4^+ (преобладает при низком рН).

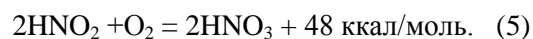
Окисление азота осуществляется аэробными микроорганизмами, использующими для синтеза клетки неорганический углерод, присутствующий в сточной жидкости в виде CO_2 , HCO_3^- и CO_3^{2-} . Окисление протекает в две стадии:

1 – образуются нитриты



2.1 – при недостатке кислорода (0,5 – 1,0 мг/л) нитриты восстанавливаются до NO, N_2O , N_2 или NH_4 ;

2.2 – при избытке кислорода (3 – 4 мг/л) нитриты окисляются до нитратов



В условиях острого дефицита кислорода (0,1 – 0,2 мг/л) анаэробы способны для дыхания использовать связанный кислород нитратов, в результате происходит денитрификация, в ходе которой нитриты восстанавливаются до элементарного азота.

Поддержание активного ила во взвешенном состоянии в денитрификаторе производится механическими мешалками. В качестве питательного субстрата там могут использоваться сточная жидкость, метанол CH_3COOH , этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, уксусная кислота CH_3COOH и другие карбоновые кислоты. Если денитрификатор устанавливается на последней стадии очистки, после него предусматривается постаэротатор для отдувки азота.

В процессе нитриденитрификации происходит увеличение концентрации фосфора. Для глубокого его изъятия включают зону ана-

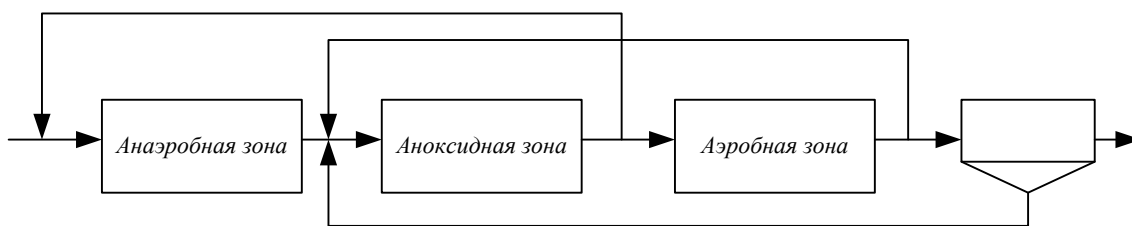


Рис. 3. Предварительная денитрификация

эробной обработки активного ила. Создаются условия, в которых активный ил поочередно проходит анаэробную и аэробную зоны, что стимулирует развитие в нем фосфорных бактерий-анаэробов. При длительном пребывании активного ила в бескислородных условиях происходит вывод фосфора из клеток. В анаэробных условиях фосфорные бактерии активно потребляют фосфор из среды, т.е. безреагентный способ основан на выделении фосфора в составе избыточного активного ила.

Наиболее эффективной для очистки низкоконцентрированных (что как раз характерно для очистных сооружений 5-го канализационного бассейна) по органическим веществам городских сточных вод признана схема с предварительной денитрификацией перед подачей ее в анаэробную зону (рис. 3).

Для аэротенков с большим соотношением длина/ширина требуется использование значительного количества мешалок в зоне денитрификации для предотвращения расслоения иловой смеси. В этом случае целесообразно использование карусельных компоновок, в которых требуемая скорость потока обеспечивается циркуляцией смеси по замкнутому контуру низкооборотными мешалками с большим диаметром лопастей.

Для очистных сооружений 5-го канализационного бассейна была разработана пред-

ставленная на рис. 4 схема нитриденитрификатора. Ее особенности состоят в следующем.

1. Имеются три зоны: анаэробная (для эффективного изъятия фосфора), аноксидная, аэробная.
2. Для подпитки смеси питательными веществами устроены три внешних цикла: из конца аноксидной зоны в начало анаэробной, из конца аэробной в начало аноксидной, из вторичного отстойника в начало аноксидной зоны (предварительная денитрификация). Имеется один внутренний цикл (карусель во втором коридоре) для интенсификации перемешивания иловой смеси.
3. Первый коридор разделен на три подкоридора, что позволяет использовать меньшее количество мешалок.
4. Широкая аэрируемая полоса (70 % от площади зеркала аэротенка) позволяет снизить интенсивность аэрации без риска осаждения ила.
5. Поочередное прохождение смеси через кислородные и бескислородные зоны во втором коридоре стимулирует рост фосфорных бактерий.

Выводы. Сооружения по очистке сточных вод и обработке осадков справляются с работой, но в связи с низкими концентрациями загрязнений сточных вод, поступающих на очистку, появляются проблемы эксплуатации, например, нагрузка на активный ил имеет малое

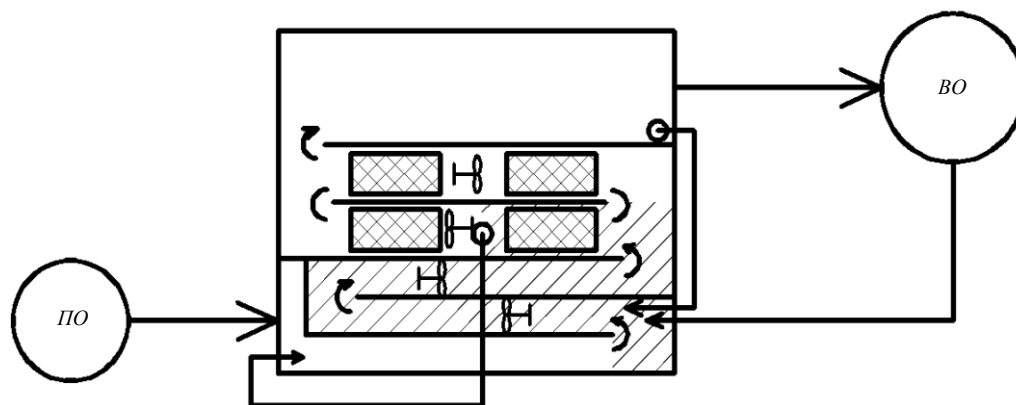


Рис. 4. Разработанная схема нитриденитрификатора

значение, в связи с чем возникает необходимость направления его в полном объеме из вторичных отстойников в аэротенки. Для увеличения нагрузки на активный ил необходимо исключить из работы первичные отстойники, а стоки после песколовков направлять сразу в аэротенки. Удаление (более полное) соединений азота из сточных вод возможно за счет ввода в эксплуатацию секций аэротенков, которые законсервированы, путем переоборудования их в аэротенки с продленной аэрацией сточных вод; внедрение схемы с применением предварительной денитрификации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Регламент эксплуатации очистных сооружений 5-го канализационного бассейна. – Прокопьевск, 2008. – 32 с.
2. Д о л и н а Л. В. Очистка сточных вод от биогенных элементов. – Днепропетровск: Континент, 2011. – 198 с.
3. А м б р о с о в а Г.Т., Ц в е т к о в а О.П., К с е н о ф о н т о в а О.В. Очистные сооружения канализации. Ч. 5. Расчет нитрификатора-денитрификатора: Методические указания. – Новосибирск: Сибстрин, 2005. – 33 с.

© 2015 г. А.М. Благоразумова, М.В. Крупно,
Л.В. Ворон, Е.С. Калашикова
Поступила 3 декабря 2014 г.

Ю.К. Осипов

Сибирский государственный индустриальный университет
**ПРЕДМЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЛИ МАКЕТИРОВАНИЕ В УЧЕБНОМ
ПРОЦЕССЕ – СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ГРАФИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
СТУДЕНТА-АРХИТЕКТОРА**

Архитектурная графика в учебной работе в вузе преследует воспитательные задачи. Через графику студент познает композиционно-художественные закономерности архитектуры, ее стилевые особенности, графические средства, художественные и технические способы и приемы изображения, изобразительные материалы. Графика является одним из критериев развития и оценки творческих способностей студента.

В связи с этим в учебной практике проектирования необходимо развивать культуру архитектурной графики, вкус к разнообразным композиционно-графическим приемам изображения и материалам.

Разработка архитектурного чертежа основана как на научных (чертеж), так и на художественных (рисунок) методах изображения. Метод графических изображений – не единственный, имеются еще методы макетирования и моделирования. Как правило, все эти методы участвуют совместно в творческом процессе проектирования, степень же участия в них определяется стадиями проектирования. Если на начальной стадии проектирования рисунок служит основным методом изображения, то на последующих он используется в качестве дополнительного средства при выполнении сложных криволинейных форм, орнаментов, антуража и пр.

Совместное использование двух способов изображения – рисунка и чертежа – является также специфической особенностью архитектурной графики, когда достоинства рисунка (наглядность и художественная выразительность) сочетаются в проекте с научным построением ортогональных проекций, перспективы и аксонометрии. Другой особенностью архитектурного чертежа является условность изображения, делающая его более простым и в то же время понятным, например, совмещение на одном листе плана, фасада, разреза (иногда и перспективных изображений), вынос отдельных элементов чертежа (деталей), совмещение разных масштабов, совмещение различных средств изображения (линии, тона, светотени,

цвета) и изобразительных материалов (тушь, акварель, гуашь).

Восприятие объемно-пространственной композиции проектируемых зданий и сооружений на чертеже существенно отличается от восприятия построенного объекта. Устранение такого недостатка достигается путем внедрения в практику учебного проектирования, предметного моделирования или макетирования, что имеет большое образовательное значение в силу преимуществ этого метода перед традиционными.

Студент-архитектор лишь постепенно учится преобразовывать мыслительный образ будущего объекта в графическом изображении, при макетировании это происходит быстрее.

Посредством макета мысли автора, его творческий замысел получают наглядное выражение в материальном исполнении.

Макетирование как метод разработки проекта в современной практике приобрел большое значение; к нему обращаются на всех стадиях архитектурного проектирования, и макет все чаще заменяет перспективные изображения. Роль макетирования еще велика потому, что макет дает возможность проверки архитектурной композиции с разных сторон и при различном освещении, он приближает проектируемый объект к реальному восприятию его в природе. Фотографирование макетов и совмещение полученных фотографий на одном листе с графическими изображениями стало в современной архитектурной графике одним из способов выполнения чертежей, предназначенных для подачи на просмотр, для выставок и для передачи строительству.

Исторически использование макетов для практических целей строительства в нашей стране имеет давние традиции. Еще в Древней Руси при строительстве храмов широко применялись макеты, что подтверждается изображениями на фресках древних новгородских храмов XII века. При строительстве сложных и значительных зданий и сооружений на Руси также пользовались их макетами (так называемыми «образцами»), которые в то время слу-

жили источником передачи информации строителям о замысле зодчего.

Архитектурные макеты имеют иную природу, чем натуральный объект, они имитируют лишь ряд свойств оригинала и потому качественно от него отличаются, они отображают пространственные особенности объекта в определенном масштабе. Макетирование стимулирует творческую мысль и вызывает новые идеи, оно проводится исходя из основных целей:

1 – содействовать творческому поиску и наглядной проверке объемно-пространственного, композиционного и конструктивного построения объекта или группы объектов (в этом случае оно носит характер рабочего макетирования);

2 – служить для лабораторных проверок и экспериментального изучения определенных закономерностей – для проверок конструктивной структуры, воспроизведения на макетах изучаемых явлений (здесь макеты сближаются с аналоговыми моделями);

3 – служить иллюстрацией и контрольной проверкой конечного результата проектирования – композиции объекта (в этом случае макет носит характер чистового макета).

В методическом отношении наибольшее значение имеет рабочее макетирование с целью поиска композиционного решения и для лабораторных испытаний.

Макетирование предполагает исполнение рабочих макетов на всех этапах проектирования и наряду с графическим эскизированием становится творческим методом разработки вариантов решений.

Рабочее макетирование вызывает активное поведение студента, оно связано с мыслительным «обмериванием» макета, отысканием соотношений между частями, проверкой различных точек зрения и, что особенно важно, соотношений внутреннего и внешнего пространства.

Макетирование развивает способность зрительно воспринимать и оценивать решение, делает замысел наглядным. В рабочем макете студент, фиксируя свою мысль, имеет возможность проанализировать ее.

В зависимости от программы-задания макетирование приобретает различный характер. При градостроительном макетировании раскрывается пространственный замысел застройки, ее связь с окружающим. Градостроительные макеты исполняются при проектировании поселка, города, жилого комплекса и

сопутствуют темам дипломного проектирования.

Макетирование объекта в конкретной природной или градостроительной среде раскрывает связи архитектуры и ландшафта и воспитывает у студента понимание отдельного здания как компонента более сложно организованной системы.

Разработка в макетах отдельных объектов (объемно-пространственное макетирование курсовых проектов) способствует поиску внешнего архитектурного образа объекта и воспитывает у студента трехмерное представление о сооружении.

Макетирование интерьера применяется при проектировании квартир и особенно успешно – зрелищных зданий. Макеты поэтажных сечений на уровне зрительных залов помогают понять диалектику внутреннего и внешнего; та или иная поверхность, как мембрана, одновременно строит внутреннее пространство и отделяет его от пространства внешнего.

При проектировании жилых объектов из объемных элементов, когда в графическом изображении трудно представить себе возможность вариантных комбинаций, макетирование как средство компоновки объекта часто приводит к хорошим творческим результатам.

Макетирование в учебном процессе применяется с целью лабораторных проверок влияния инсоляции, естественного освещения и акустики на формообразование сооружения, помещения, зала. В этом случае применяется также макетирование фрагментов, например для выбора солнцезащитных устройств, что сближает обучение с научным исследованием.

Макет в малых масштабах имеет и свои недостатки: он воспринимается преимущественно сверху, с «птичьего полета», а не с реальных точек зрения. Этот недостаток снижается при исполнении макетов в крупных масштабах и в натуральных материалах.

Метод рабочего макетирования способствует активному освоению темы, делает сам процесс разнообразным и интересным. С макетированием связано использование возможностей фотофиксации как предварительных, так и окончательных вариантов с целью раскрытия замысла автора с наиболее характерных и убедительных направлений.

Эффективность применения объемного макетирования может быть достигнута путем:

– улучшения качества проектных решений (при ликвидации ошибок, связанных с взаимовязкой различных частей проекта и др.), сокращения объема проектной документации и сроков ее разработки;

- сокращения расходов, связанных с эксплуатацией запроектированных и построенных зданий и сооружений;

- совершенствования самого процесса макетирования;

- улучшения качества подготовки архитектурно-строительных кадров.

На кафедре архитектуры СибГИУ занятия со студентами по изучению макетного метода рекомендуется проводить по следующему примерному плану, который включает:

- цель и задачи архитектурного макетирования как необходимого элемента творческого процесса в работе архитектора;

- роль и значение архитектурного макета на различных этапах развития архитектуры;

- виды макетных работ, отличительные особенности на различных этапах проектирования;

- градостроительное макетирование;

- макетирование жилых и общественных зданий; макетирование интерьера;

- макетирование промышленных сооружений;

- масштаб и его влияние на выбор материала и детализацию элементов макета;

- необходимые материалы, инструмент и оборудование при изготовлении макетов;

- технология изготовления макетов различного назначения.

Выводы. Архитектурная модель – макет здания или сооружения – наиболее доходчиво и полно раскрывает свойства и закономерности организации пространства и архитектурных форм, способствует развитию образного и объемно-пространственного мышления как у проектировщиков, так и у студентов вузов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ч а в ч а н и д з е В., Г е л ь м а н О. Моделирование в науке и технике. – М.: Знание, 1966. – 480 с.
2. М а т е х и н а О.В., О с и п о в Ю.К., С ё м и н А.П. Архитектурные формы, детали, графика, термины. Учебное пособие. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2005. – 166 с.

© 2015 г. Ю.К. Осипов
Поступила 3 февраля 2015 г.

УДК 378.147.88/37.018.4

И.В. Баклушина, М.Н. Башкова, Е.В. Смирнова, Д.А. Арнаутков

Сибирский государственный индустриальный университет

КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КАК УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТУДЕНТОВ

Участие студента в познавательной деятельности наравне с преподавателем есть одно из условий качественного образования и в традиционной образовательной системе, и при дистанционном обучении [1].

Самостоятельная работа студента является неотъемлемой частью их учебной деятельности наряду с аудиторными занятиями, она способствует лучшему усвоению материала, развитию творческого мышления и поисковых навыков, что в конечном итоге приводит к интенсификации и активизации всего учебного процесса. Эффективность самостоятельной работы в процессе обучения во многом зависит от условий ее организации, от содержания и характера знаний, логики их изложения, от взаимосвязи имеющихся и предполагаемых знаний, от содержания такого вида самостоятельной работы, от качества достигнутых студентом результатов в ходе выполнения этой работы. Очевидно, что, помимо практической важности, самостоятельная работа имеет большое воспитательное значение: она формирует самостоятельность не только как совокупность определенных умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации [2].

Перечень форм проведения самостоятельной работы довольно обширен. В техническом вузе наиболее распространенными являются: курсовое проектирование, расчетные работы, написание рефератов, эссе, решение задач, выполнение расчетно-графических работ (РГР), графических работ и т.п. Зачастую, студенты уделяют недостаточно внимания самостоятельной работе, занимаются этим видом учебной деятельности нерегулярно, нередко затягивая сроки выполнения заданий. При этом мотивацией к выполнению самостоятельной работы у студентов является не стремление к получению новых знаний, навыков и умений, а необходимость получения оценки в ведомости или допуска к зачету/экзамену.

Для выявления мнения студентов о самостоятельной работе как о виде учебной деятельности в декабре 2014 г. проводилось со-

циологическое исследование среди студентов СибГИУ в количестве 32 человек, из которых 20 юношей и 12 девушек в возрасте от 18 до 23 лет. Методом исследования являлось анкетирование, анкета состояла из 12 вопросов. В таблице приведены вопросы анкеты с обработкой результатов.

Первые три вопроса выявляют очевидный факт: большинство студентов регулярно занимаются самостоятельной работой, уделяя на это значительный процент своего времени. Однако уже четвертый вопрос выявляет весьма неприятную, но очень распространенную ситуацию: больше половины студентов затягивают сроки сдачи расчетно-графических и курсовых проектов/работ только потому, что слишком поздно приступают к их выполнению.

Из ответа на вопросы 6 и 7 можно было бы сделать вывод о том, что студенты ответственнее подходят к подготовке к экзамену, чем к зачету. Однако это не совсем так. Сроки подготовки к зачетам и экзаменам весьма отличаются: день на подготовку к зачету и три дня на подготовку к экзамену, поэтому студенты уделяют больше времени на самостоятельную работу перед экзаменом.

Из соотношения ответов на вопрос 8 можно сделать вывод о том, что более половины опрошенных имеют низкую оценку собственной способности к самостоятельной работе и нуждаются в контроле со стороны преподавателя. Однако ответ на вопрос 11 выявил тот факт, что более половины респондентов вообще не считают самостоятельную работу обязательным компонентом обучения. И в то же время большинство студентов не представляют себе возможным закрыть сессию, не занимаясь самостоятельно.

В целом по результатам исследования можно сказать, что для более эффективного обучения следует проводить регулярный контроль самостоятельной работы студентов с целью стимулирования их к этому виду учебной деятельности, что в свою очередь положительным образом повлияет на успеваемость и, следовательно, на более эффективное освоение закрепленных за дисциплиной компетенций или их частей.

Результаты опроса студентов

№ п/п	Содержание вопроса	Варианты ответов (процент ответивших)
1	Уделяете ли Вы свое свободное время на обучение?	– Да (94 %) – Нет (4 %)
2	Как часто Вы занимаетесь самостоятельным обучением?	– Каждый день (22 %) – Один раз в неделю (68 %) – По мере необходимости (10 %)
3	Какой процент времени от общего процесса обучения, на Ваш взгляд, должна составлять самостоятельная работа?	– От 10 до 20 % общего времени (19 %) – От 20 до 40 % общего времени (46 %) – От 40 до 60 % общего времени (35 %)
4	Равномерно ли Вы выполняете самостоятельные, курсовые, расчетно-графические работы/проекты?	– Да, начинаю выполнять работу с момента получения задания (25 %) – Нет, начинаю выполнять работу за 2 – 3 дня до срока ее сдачи (62 %) – Нет, начинаю выполнять работу уже после срока ее сдачи (13 %)
5	Какими видами учебной деятельности Вы занимаетесь при самостоятельном обучении?	– Выполнение курсовых работ/проектов и расчетно-графических работ (100 %) – Чтение научной литературы (25 %) – Повторение пройденных лекций (88 %)
6	Сколько времени у Вас уходит на подготовку к зачету?	– Готовлюсь в течение семестра (16 %) – Готовлюсь за неделю до сдачи (6 %) – Готовлюсь за день до сдачи (25 %) – Готовлюсь за 2 – 3 дня до сдачи (53 %)
7	Сколько времени у Вас уходит на подготовку к экзамену?	– Готовлюсь в течение семестра (16 %) – Готовлюсь за неделю до сдачи (25 %) – Готовлюсь за день до сдачи (47 %) – Готовлюсь за 2 – 3 дня до сдачи (12 %)
8	Оцените по 10-балльной шкале Вашу способность к самостоятельной работе, где 10 баллов – могу разобраться во всем самостоятельно, 1 балл – не могу разобраться в материале без контроля преподавателя	– 9 и более баллов (6 %) – 8 баллов (3 %) – 7 баллов (38 %) – 5 баллов (47 %) – 3 и менее баллов (6%)
9	Выдают ли Вам преподаватели материал для самостоятельного изучения?	– Да (88 %) – Нет (12 %)
10	Проводились ли у Вас контрольные работы, проверки по материалу, выданному на самостоятельное изучение?	– Да (88 %) – Нет (12 %)
11	Оцените по 10-балльной шкале, на сколько, на Ваш взгляд, необходимо самостоятельное обучение, где 10 баллов – самостоятельное обучение – неотъемлемая часть учебного процесса, способствующая получению более прочных и глубоких знаний, 1 балл – самостоятельное обучение не является необходимым, студентам хватает знаний, полученных во время лекций.	– 10 баллов (18 %) – 8 баллов (28 %) – 5 баллов (31 %) – 3 балла (20 %) – 1 балл (3 %)
12	Считаете ли Вы возможным успешно закрыть сессию, не уделяя времени на самостоятельную работу?	– Да (6 %) – Нет (94 %)

С точки зрения регулярности контроля самостоятельной работы объемные комплексные задания (курсовые проекты/работы, расчетные и расчетно-графические работы и т.п.) удобно разбивать на части, выполнение которых контролировать отдельно. В этом может помочь график выполнения курсового проекта/работы или РГР, составляемый преподавателем заранее и выдаваемый студенту вместе с заданием. В графике должны быть указаны конкретные

сроки (даты) выполнения каждой части (раздела) работы/проекта. Сверяясь с графиком, студент сможет более эффективно использовать свое свободное от аудиторных занятий время, более равномерно распределить усилия и систематизировать полученные знания.

Несколько иная ситуация наблюдается в случае написания реферата или эссе. Так как студенту в большинстве случаев выдается только тема, часто даже примерная, препода-

вателю в начале бывает сложно определить составные части будущей готовой работы. Поэтому первым этапом контроля самостоятельной работы в этом случае должно стать определение преподавателем срока написания плана реферата (эссе). Студент, выполнивший это задание, таким образом, самостоятельно определит составные части своей будущей работы, преподавателю же останется лишь задать сроки выполнения каждой части (раздела) плана.

Конечно, написание реферата (эссе) является творческой самостоятельной работой [2], в процессе выполнения которой разделы (части) могут быть изменены по согласованию с преподавателем. Это должно повысить интерес студента к работе, что в свою очередь будет являться стимулом, побуждающим фактором к выполнению работы студентом. Но творческий процесс сложно предугадать, поэтому фонд оценочных средств в этом случае будет содержать список примерных тем для самостоятельной работы.

В случае, если изучение дисциплины не предполагает выполнения каких-либо комплексных заданий/работ, самостоятельную работу можно контролировать в виде устного опроса (собеседования), проводимого в начале каждого аудиторного занятия – так называемых пятиминутках. При этом каждый студент получает один или несколько вопросов по теме, изученной самостоятельно, и отвечает на него (них) коротко и ясно в устной форме. В обсуждении ответов могут принять участие все студенты, находящиеся в аудитории, что в свою очередь будет являться дополнительным

стимулом к выполнению самостоятельной работы – ведь мнение товарищей важно для студентов. В этом случае в фондах оценочных средств по дисциплине описание оценочных средств будет содержать список вопросов для самостоятельного изучения по темам/разделам дисциплины.

Выводы. Все применяемые формы контроля самостоятельной работы следует описывать в фондах оценочных средств по дисциплине. Это систематизирует оценочные средства по всем формам проведения контроля, облегчает процедуры оценивания результатов обучения и позволяет получить объективные и достоверные результаты при проведении контроля самостоятельной работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б а к л у ш и н а И.В. Применение электронных учебников в традиционной образовательной системе. – В кн.: Современные вопросы теории и практики обучения в вузе: Сборник научных трудов. Вып. 6 / Гл. ред. Г.В. Галевский. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. С. 88 – 91.
2. Б а к л у ш и н а И.В., Б а ш к о в а М.Н. Организация и контроль самостоятельной работы студентов // Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (10). С. 62 – 65.

© 2015 г. И.В. Баклушина, М.Н. Башкова,
Е.В. Смирнова, Д.А. Арнаутков
Поступила 16 февраля 2015 г.

Н.Ф. Чертоляс

ООО «Амальгама-Проект»

РЕЦЕНЗИЯ

на учебное пособие «Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий» / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Сёмин. Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет». – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 404 с.

Учебное пособие изложено на 404 страницах и состоит из предисловия, введения, 12 глав, словаря основных терминов, библиографического списка справочного материала, контрольных вопросов для проверки качества знаний студентов.

Актуальность рецензируемого пособия обусловлена тем, что жилые здания – самый массовый объект строительства – наряду с другими типами зданий занимают доминирующее положение в процессе подготовки архитекторов и строителей. Методология проектирования жилища имеет определенную специфику из-за многих ограничений – функций, выбора архитектурных форм, композиционных средств, набора конструкций и стоимости жилого здания, являющимися ключевыми элементами технологической культуры в проектировании и строительстве.

Учебное пособие следует цели ознакомить студентов с системой сведений в области архитектурного проектирования, конструирования и строительства жилых зданий, с пониманием сложной его функции, со знанием функционально-технических конструктивных и художественных основ проектирования, с выработкой у обучающихся навыков самостоятельной работы.

Учебное пособие содержит обширную информацию о конструктивной структуре здания, материальную оболочку которого составляют современные строительные конструкции, детали, материалы и изделия. Содержание учебного пособия охватывает вопросы проектирования жилых зданий, начиная от выбора несущего остова и заканчивая конструированием отдельных элементов.

Методика – это способ достижения какой-либо цели и решения конкретной задачи. Ме-

тодика проектирования жилого дома – это совокупность приемов и операций, которые должны способствовать выявлению композиционных возможностей конструкций, способствовать формообразованию зданий. Методика изложения материала в пособии подчинена этим задачам – от рассмотрения общих закономерностей до их конкретной реализации в отдельной части здания.

Рецензируемое учебное пособие восполняет создавшийся за последние 15 – 20 лет дефицит научно-методической литературы в области домостроения. Пособие создает у читателей целостное представление о материально-конструктивной структуре жилого здания.

Каждая глава пособия содержит необходимый перечень контрольных вопросов, позволяющих самостоятельно формировать ответы на них и контролировать степень освоения материала.

Особо следует отметить язык пособия. Сочетание легкого и точного изложения с большим количеством очень информативных точных рисунков создает благоприятную среду для понимания и запоминания учебного материала.

Построение учебного пособия, его структура и оформление соответствуют требованиям, предъявляемых к учебной литературе для высших учебных заведений.

Пособие рекомендуется для широкого использования в учебном процессе при подготовке архитекторов и инженеров-строителей.

*© 2015 г. Н.Ф. Чертоляс, главный конструктор ООО «Амальгама-Проект», кандидат технических наук, профессор кафедры «Строительные технологии и материалы» СибГИУ
Поступила 4 февраля 2015 г.*

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.785

Опыт воздушнотрующей термической обработки головки железнодорожных рельсов стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева / Полевой Е.В., Темлянец М.В., Юнусов А.М., Атконова О.П. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 5.

Проведены опыты по термической обработке воздухом рельсовых проб стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева. Исследовано влияние параметров термической обработки на уровень механических свойств, твердости, ударной вязкости и микроструктуры. Определены параметры термической обработки воздухом рельсов стали марки Э76Ф, обеспечивающие выполнение требований ТУ 0921-276-01124323 – 2012 для рельсов категории качества ДТ350. Ил. 3. Табл. 2. Библ. 6.

Ключевые слова: рельсы, термическая обработка, микроструктура, механические свойства.

Test of air-jet thermal processing of a railway rail top of Э76Ф steel with the use of rolling heat / Polevoy E.V., Temlyantsev M.V., Yunusov A.M., Atconova O.P. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 5.

The experiments on thermal processing by air of rail samples of Э76Ф steel with the use of rolling heat have been conducted. The influence of thermal processing parameters on the level of mechanical properties, hardness, impact strength and the microstructure has been investigated. The parameters of the thermal processing by air of rails of Э76Ф steel providing the performance of the requirements of Technical Specifications 0921-276-01124323-2012 for rails of a category of ДТ350 quality have been defined. Fig. 3. Table 2. Ref. 6.

Keywords: rails, thermal processing, microstructure, mechanical properties,

УДК 621.785:669.1.08.29

Особенности физико-механических свойств поверхностного сплава системы Ti – Y, сформированного методами электровзрывного легирования и электронно-пучковой обработки / Соснин К.В., Будовских Е.А., Иванов Ю.Ф. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 11.

Разработан комбинированный метод формирования поверхностного сплава системы титан – иттрий с использованием электровзрывного легирования и последующей электронно-пучковой импульсно-периодической обработки. Применение данного комбинированного метода способствует формированию металлокерамического многофазового наноструктурного поверхностного слоя, что приводит к повышению прочностных характеристик материала. Проведенные исследования показывают возможность кратного повышения физико-механических свойств модифицированных поверхностных слоев титановых сплавов, полученных методом электровзрывного легирования иттрием и последующей электронно-пучковой обработки. Ил. 2. Библ. 5.

Ключевые слова: электровзрывное легирование, электронно-пучковая обработка, модифицированный поверхностный слой, иттрий, титан.

Peculiarities of physical-mechanical properties of the surface alloy of Ti – Y system formed by the methods of electro-explosive alloying and electron-beam treatment / Sosnin K.V., Budovskich E.A., Ivanov Yu.F. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 11.

In this paper the authors have developed a combined method of forming a surface alloy of titanium-yttrium using electro-explosive alloying and the subsequent electron-beam pulse-periodic treatment. The application of this method contributes to the formation of a ceramic-metallic multiphase nanostructured surface layer, which leads to the increased material strength characteristics. The research undertaken also indicates fold increase in the possibility of physical and mechanical properties of the modified surface layer of titanium alloys obtained by electro-explosive alloying with yttrium and the subsequent electron-beam treatment. Fig. 2. Ref. 5

Keywords: electro-explosive alloying, electron-beam treatment, modified surface layer, yttrium, titanium.

УДК 669.716:621.785

Микромеханические свойства покрытий на основе купридов титана в температурном интервале 20 – 400 °С / Шморгун В.Г., Слаутин О.В., Кайгородов А.С., Евстропов Д.А., Новиков Р.Е. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 13.

Во всем интервале исследованных температур 20 – 400 °С микротвердость интерметаллидных покрытий системы Cu – Ti примерно в 3,6 раза выше соответствующих значений для чистой меди. Ил. 3. Библ. 4.

Ключевые слова: медь, титан, интерметаллид, сварка взрывом, диффузионный отжиг, микротвердость.

Micromechanical properties of coatings based on Cu – Ti in the temperature range of 20 – 400 °C / Shmorgun V.G., Slautin O.V., Kaygorodov A.S., Evstropov D.A., Novikov R.E. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 13.

It is shown that in the whole studied temperature range of 20 – 400 °C the microhardness of the intermetallic coatings of Cu – Ti system is in 3.6 times higher than the corresponding values for pure copper. Fig. 3. Ref. 4.

Keywords: copper, titanium, intermetallic, explosion welding, diffusion annealing, microhardness.

УДК 622:378.001.85

Состояние и перспективы развития горного образования и науки в Сибирском государственном индустриальном университете / Гутак Я.М., Пугачёв Е.В., Сёмина И.С., Фрянов В.Н., Чаплыгин В.В. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 15.

Представлены в историческом, учебном и научном обозрении кафедры Института горного дела и геосистем СибГИУ. Очень подробно и хронологически точно освещены вопросы состояния и перспектив развития Института. Ил. 3. Библ. 3.

Ключевые слова: горное дело, открытые горные работы, геология, геодезия, геотехнология, экология.

Conditions and perspectives of the development of mining engineering education and science in Siberian State Industrial University / Gutak Ya.M., Pugachev E.V., Semina I.S., Fryanov V.N., Chaplygin V.V. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 15.

The paper presents conditions and perspectives of mining engineering education and science in historical, educational and scientific review of the department of the Institute of mining engineering and geosystems of SibSIU. The issues of the conditions and the perspectives of the development of the Institute are reported in details and chronologically precisely. Fig. 3. Ref. 3.

Keywords: mining engineering, open cast mining, geology, geodesy, geotechnology, ecology.

УДК 622.272

Сравнительный анализ технологий подготовки выемочного столба при отработке мощного угольного пласта / Микунов В.В., Волошин В.А., Риб С.В. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 27.

Дан сравнительный анализ технологии подготовки выемочного столба при отработке мощного угольного пласта. Предлагается технология проведения подготовительных выработок двумя заходками по мощности пласта: в первую заходку выработка проводится малого сечения по верхнему слою, а во вторую – с последующей выемкой угля в почве на глубину 1 м (непосредственно перед доставочно-монтажными работами) до проектного сечения посредством поддирки почвы. Рассматривается вентиляционный штрек, проводимый по пласту 6 в условиях шахты "Алардинская". В предлагаемом варианте технологии время проходческого цикла сокращается на 30 мин по сравнению с существующим, что позволит повысить темпы проведения выработок до 250 м в месяц и ускорить в целом время на оконтуривание выемочного участка с 16 до 12 месяцев. Показано, что предлагаемая технология подготовки выемочного столба на мощных пластах позволит: увеличить средние темпы проведения оконтуривающих выработок; погасить затраты на дополнительные работы за счет добытого угля при взятии поддирки; сократить поперечное сечения выработки в проходке и существенно снизить затраты на проветривание. Ил. 4.

Ключевые слова: выемочный столб, мощный угольный пласт, технология, пучение почвы, поддирка почвы, подготовительная выработка.

Comparative analysis of preparation technologies of extraction pillar when developing thick coal seam / Mikunov V.V., Voloshin V.A., Rib S.V. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 27.

The article presents a comparative analysis of preparation technology of extraction pillar when developing thick coal seam. The technology is proposed to develop workings by two stopes by seam thickness: the first stope development is carried out by a small section of the upper layer, and the second one is followed by coal mining in the soil to a depth of 1 m (just before the delivery - installation works) to the design section by dinting. The air roadway is considered; it is conducted on a layer 6 in the mine "Alardinskaya". In the present embodiment, the technology of driving cycle time is reduced by 30 minutes compared with the current one; that will increase the pace of developments up to 250 m / month, as well as speed up the whole time on the delineation excavation site from 16 to 12 months. It is shown that the proposed preparation technology of extraction pillar on thick seams will allow: to increase the average rate of contouring workings; repay the cost of the extra work due to mined coal in the capture of dinting; reduce the cross-section of the development in the sinking and reduce significantly the cost of ventilation. Fig. 4.

Keywords: extraction pillar, thick coal seam, technology, rock heaving, scrape dinting, development working

УДК 622.281.424

Промышленные испытания ствола обеспыливающего набрызгбетонирования *TERMITON X4* / Волченко Г.Н., Исахаров Б.Д., Фрянов В.Н., Волченко Н.Г., Волков Е.А., Приб В.В. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 32.

Представленный материал о внедрении инновационного продукта – ствола *TERMITON X4* (торкрет-сопла) – является актуальным в области крепления горных выработок набрызгбетоном. Новизна работы заключается в существенном изменении конструкции узла затворения сухой смеси в стволе (торкрет-сопла). Эффективность при использовании нового торкрет-сопла при возведении набрызгбетонной крепи достигается за счет снижения запыленности рабочего места, что обеспечивает получение экологического и экономического эффекта при сухом набрызгбетонировании. Ил. 4. Табл. 1. Библ. 3.

Ключевые слова: ствол обеспыливающего набрызгбетонирования, испытания, сухая смесь, горная выработка.

Commercial tests of the pillar providing *TERMITON X4* shotcrete / Volchenko G.N., Isakharov B.D., Fryanov V.N., Volchenko N.G., Volkov E.A., Prib V.V. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 32.

The paper presents the material on the introduction of the innovation product – *TERMITON X4* shotcrete (guniting-nozzle), which is an actual one in the sphere of excavation support with shotcrete. The novelty of the work is in an essential change of the construction of tempering point of dry pack in a pillar (guniting-nozzle). The efficiency when using new guniting-nozzle, at the construction of shotcrete support is achieved due to the reduction of the dust level of the work place; that provides the receiving of the ecological and economic effect at dry shotcrete. Fig. 4. Table. 1. Ref. 3.

Keywords: pillar of providing shotcrete, tests, dry pack, mine working.

УДК 621.974.004.6

Оценка энергии аварийных масс при воздействии на предохранитель паровоздушного молота / Воскресенский В.А. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 36.

Рассмотрены варианты формирования масс при аварийном разрушении штока паровоздушного молота, приведена оценка энергии по каждому из рассматриваемых вариантов. Методики расчета энергии аварийных максимальных масс к предохранителю молота и оценки работы удара при перемещении только поршня под действием давления энергоносителя практического не имеют расхождения между итоговыми значениями энергий. Методика расчета последнего варианта значительно проще, что подтверждено на сравнительных примерах реальных молотов. Ил. 1. Табл. 2. Библ. 5.

Ключевые слова: аварийная масса, шток, паровоздушный молот, удар.

Energy assessment of emergency mass at the influence on the safety device of an air-and-steam hammer / Voskresensriy V.A. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 36.

The article considers variants of mass formation at emergency destruction of a rod of an air-and-steam hammer, as well as gives the assessment of energy on each of the considered variants. The method to calculate the energy of emergency maximum masses to the safety device of an air-and-steam hammer and work estimation of the hit at the shift of the rod only under the action of energy resource pressure does not have any divergences among the total energy values. The method to calculate the last variant is considerably simple; it is confirmed by the comparative examples of the real hammers. Fig. 1. Table. 2. Ref. 5.

Keywords: emergency mass, rod, air-and-steam hammer, hit.

УДК 535.23:621.472

«Солнечная» Россия / Ивакина А.А., Айзенберг И.И. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 40.

Рассматривается развитие и использование солнечной энергетики как в России, так и во всем мире. В настоящее время обострилась проблема ограниченности невозобновляемых источников энергии (угля, нефти, газа), поэтому ведущие государства уже на протяжении нескольких десятилетий исследуют возможности использования альтернативных источников энергии, разрабатывают различные государственные программы по поддержке потребителей. Самым популярным и экологически чистым возобновляемым ресурсом является солнечная энергия. Использование всего лишь 0,0125 % солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а использование 0,5 % – полностью покрыть потребности в будущем. В последнее время в нашей стране наметились позитивные тенденции в вопросе использования возобновляемых источников энергии. Ил. 1. Библ. 5.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, отопление, горячее водоснабжение, солнечная энергетика.

«Solar» Russia / Ivakina A.A., Eisenberg I.I. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 40.

This article discusses the development and utilization of solar energy, both in Russia and around the world. Currently, the problem of limited non-renewable sources of energy (coal, oil, gas) has become aggravated. Therefore, the leading states for several decades exploring the possibility of using alternative energy sources, have developed various government programs to support consumers. The most popular and environmentally friendly renewable resource is the Sun. Using only 0.0125 % of the solar energy could provide all the needs of today's global energy and the use of 0.5 % – fully cover the needs of the future. In recent years, there are positive trends in the use of renewable energy sources in our country. Fig. 1. Ref. 5.

Keywords: renewable energy, heating, domestic hot water, solar energy.

УДК 662.61/:662.6/9

Анализ возможностей оборудования вихревыми топками действующих котельных агрегатов малой и средней мощности / Казимиров С.А., Башкова М.Н., Слажнева К.С. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 44.

Приведена классификация паровых и водогрейных котлов малой мощности, приведены расчеты КПД и расхода топлива для углей разных марок. При использовании вихревых топок рекомендуются два варианта реконструкции: установка циклонного предтопка к слоевой топке или полная замена котельного агрегата на установку с циклонной топкой и специальным теплообменником. Разрабатываемые в настоящее время вихревые топки имеют относительно небольшую тепловую мощность (порядка 1 МВт) и их применение возможно только взамен малых водогрейных котлов. Ил. 4. Табл. 4. Библ. 10.

Ключевые слова: паровые и водогрейные котлы малой мощности, КПД, котел, расход условного топлива, реконструкция слоевых топок, вихревые топки.

Analysis of equipment opportunities of a swirling-type furnace of operating boiler units of small and medium power / Kazimirov S.A., Bashkova M.N., Slazhneva K.S. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 44.

The paper gives the classification of steam and hot water boilers of low power, as well as the calculations of coefficient of efficiency and fuel consumption for different grades of coal. When using a swirling-type furnace, two options for reconstruction are recommended: the installation of the cyclone furnace extension to grate furnaces or complete replacement of the boiler unit to install a cyclone furnace and a special heat exchanger. Currently being developed swirling-type furnaces have a relatively small thermal power (about 1 MW), and their use is possible instead of only small boilers. Fig. 4. Table 4. Ref. 10.

Keywords: steam and hot water boilers of low power, coefficient of efficiency, boiler, fuel consumption, reconstruction of a grate-fired furnace, swirling-type furnace.

УДК 728.2:699.86

Обобщенная теоретическая модель тепловой защиты жилых зданий с помощью наружных ограждающих конструкций / Матехина О.В., Осипов Ю.К. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 50.

Исследованы причины появления конденсата внутри ограждающих конструкций в зависимости от динамики изменения температуры. С точки зрения процесса диффузии установлена рациональная последовательность слоев наружного ограждения. Наибольшие предпочтения следует отдавать наружной теплоизоляции, так как при этом возрастает теплоаккумулирующая способность стены и значительно улучшаются теплозащитные характеристики. При использовании других схем (внутри самой стены, на внутренней поверхности стены) может возникать конденсат, препятствующий равновесному состоянию наружного ограждения. Окна относятся к наружным ограждениям, через которые происходят значительные (до 35 %) теплопотери. Следует обратить внимание на правильность с точки зрения строительной физики технологии установки окон в новых и замены старых в реконструируемых зданиях, что, по мнению авторов, может дать существенную экономию тепла, а в некоторых случаях и обойтись без дополнительного утепления стен. Представлен алгоритм тепловой защиты в виде логической последовательности действий при проектировании и выполнении наружного ограждения зданий. Ил. 1. Библ. 7.

Ключевые слова: теплозащита, наружные ограждающие конструкции, диффузия влаги.

Generalized theoretical model of thermal protection of residential buildings using external frame filling // Matchina O.V., Osipov Yu.K. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 50.

The causes of condensation inside the frame fillings depending on the dynamics of the temperature change have been researched. In terms of the diffusion process the rational sequence of layers of the external enclosure has been established. The maximum preferences should be given to the external thermal insulation, since a thermal storage capacity of a wall increases and heat protective characteristics improve. When using other schemas (inside the walls, on the inner side of the wall), condensation can occur, preventing the equilibrium state of the external enclosure. Windows refer to the external enclosure, through which significant (up to 35%) heat losses occur. Therefore, from the point of view of building physics one should pay attention to the correct window installer technology in new and the replacement of old ones in the reconstructed buildings; that, according to the authors of the article can provide substantial savings in heat and in some cases without additional heat insulation of walls. Algorithm of thermal protection represents a logical sequence of steps in the design and implementation of external enclosures of buildings. Fig. 1. Ref. 7.

Keywords: thermal protection, external frame fillings, diffusion of moisture

УДК 69.059.25

Особенности усиления и замены конструкций пролетной части галереи подачи угля на обогатительной фабрике в г. Новокузнецке / Алешин Н.Д., Колесников А.В., Алешин Д.Н. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 56.

Произведено обследование несущих конструкций пролетных строений галереи подачи угля. При обследовании обнаружены повреждения ферм пролетных строений, связей, плит покрытия и перекрытия. В двух пролетах обнаружены разрушения отдельных элементов ферм. Выявлены неблагоприятные факторы, оказывающие негативное влияние на работу конструкций. Произведен расчет существующих пролетных конструкций с учетом фактического состояния подверженных коррозии элементов. Выполнен анализ результатов обследования и расчета. На основании анализа сделаны выводы о техническом состоянии основных групп несущих конструкций. Разработан комплекс мероприятий по усилению и замене пролетных конструкций без прекращения производственного процесса. Произведен расчет конструкций заменяемых

участков галереи по двум группам предельных состояний. Разработана конструкция временной стойки под фермы с разрушениями элементов решетки для предотвращения аварийной ситуации на период разработки проекта и выполнения подготовительных работ. Предложен вариант временной опорной системы для замены конструкций без прекращения производственного процесса. Ил. 2. Библ. 5.

Ключевые слова: обследование конструкций, галерея подачи угля, повреждения, разрушения элементов ферм, коррозия элементов конструкций, оказывающие влияние на работу конструкций факторы, техническое состояние несущих конструкций, замена конструкций без прекращения производственного процесса, временная стойка, временная опорная система.

Strengthening features and replacement of the flight path designs of a coal supply gallery at the processing plant in the city of Novokuznetsk / Aleshin N.D., Kolesnikov A.V., Aleshin D.N. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 56.

The paper presents a survey of bearing structures of spans of a coal supply gallery. On examination damages of span structures farms, connections, cover plates and floors have been revealed. Two spans have the destruction of the individual elements of farms. Unfavorable factors that have a negative impact on the work of the construction have been revealed. The calculation of the existing span structures, taking into account the actual state of the elements subjected to corrosion has been carried out. The analysis of the survey results and calculation has been performed. Based on the analysis the conclusions about the technical condition of the main groups of supporting structures have been drawn. A complex of measures aimed at strengthening and replacement of spans without stopping the production process has been developed. The design calculations of replaceable gallery sections according to two groups of limit states have been conducted. The design of the temporary stand for farm body with the destruction of array elements to prevent an emergency situation for the period of project development and fulfillment of preparatory work has been developed. A variant of the temporary support system for the replacement of constructions without interrupting the production process has been offered. Fig. 2. Ref. 5.

Keywords: survey designs, coal supply gallery, damage, destruction of truss elements, corrosion of structural elements, factors influencing the work of designs, the technical condition of bearing structures, construction substitutions without interrupting the production process, temporary pole, temporary support system.

УДК 711 (571.17).001.89

Актуализация направлений научно-исследовательских работ по совершенствованию архитектурно-градостроительных процессов в Кемеровской области / Благиных Е.А. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 59.

Изложены некоторые направления проводимых в университете фундаментальных исследований по совершенствованию архитектурно-пространственных и территориально-планировочных закономерностей в развитии урбанизированной среды городов Кемеровской области с учетом региональной специфики и социально-экономических условий. Ил. 3. Библ. 1.

Ключевые слова: архитектурно-градостроительное формирование среды, реорганизация промышленных территорий, территориальное планирование.

Scientific research tendency to improve architecture and town planning processes in Kemerovo region / Blaginyh E.A. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 59.

The article presents some tendencies held at the University of Fundamental Research to improve the architectural and spatial and territorial planning laws in the development of the urban environment of cities in Kemerovo region from a regional perspective and socio-economic conditions. Fig. 3. Ref. 1.

Keywords: architectural and urban environment formation, reorganization of industrial territories, territorial planning.

УДК 711.4(571.17)

Эволюционное развитие пространственной структуры населенных пунктов Кемеровской области (XVII – первая половина XX вв.) / Чередниченко Ж.М. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 63.

Сохранение и использование архитектурно-градостроительного наследия Кемеровской области позволит решить многие проблемы научно-познавательного, культурного и идеологического характера, приобщая людей к уникальному пласту русской региональной культуры. В настоящее время, когда многие исторические элементы среды в поселениях Кемеровской области безвозвратно утрачены, сохранившиеся памятники истории и культуры приобретают особую ценность. Ил. 4. Библ. 3.

Ключевые слова: архитектурно-градостроительное наследие, элементы среды, пространственная структура.

Evolutional development of the spatial structure of settlements in Kemerovo region (XVII – the first half of XX centuries) / Cherednichenko Zh.M. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 63.

Conservation and use of architectural and urban heritage of Kemerovo region will allow solving many problems of scientific, educational, cultural and ideological nature, attaching people to the unique stratum of Russian regional culture. At the present time, when many historic elements of the environment in the settlements of Kemerovo region have been irretrievably lost, the preserved monuments of history and culture are particularly valuable. Fig. 4. Ref. 3.

Keywords: architecture and urban heritage, environment elements, spatial structure.

УДК 69.058:728.48

Обследование технического состояния строительных конструкций общественного здания в городе Новокузнецке с учетом требований норм сейсмостойкого строительства / Алешин Н.Н., Алешин Д.Н., Колесников А.В. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 67.

Приведены результаты натурного обследования конструкций здания, проведен анализ технического состояния конструкций здания по материалам обследования и с учетом требований норм сейсмостойкого строительства. Ил. 5. Табл. 3. Библ. 6.

Ключевые слова: обследование конструкций, сейсмостойкое строительство, техническое состояние конструкций.

Investigation of technical condition of building constructions of public buildings in Novokuznetsk with the requirements of earthquake engineering standards/ Aleshin N.N., Aleshin D.N., Kolesnikov A.V. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 67.

The paper gives the results of the full-scale survey of the building constructions, as well as the analysis of the technical condition of the building structures based on the survey to meet the requirements of seismic resistant construction standards. Fig. 5. Table 3. Ref. 6.

Keywords: design survey, earthquake engineering, technical condition of structures.

УДК 551.79(571.1)

Карпофлора и микрофауна в отложениях высокогорных озер Юго-Восточного Алтая – индикаторы климата второй половины голоцена / Русанов Г.Г., Тетерина И.И. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 76.

Приводятся результаты палеонтологических исследований озерных моренноподпрудных отложений высокогорного пояса Горного Алтая (абсолютная отметка более 2100 м). На основании изучения видового состава ископаемых семян, моллюсков и остракод делаются выводы о климатических изменениях в высокогорье Юго-Восточного Алтая во второй половине голоцена. Библ. 10.

Ключевые слова: голоцен, Горный Алтай, климатостатиграфия, микрофауна, палеокарпология.

Seeds and microfauna from the deposits of the highland lakes of the southeastern Altai – the climate indicators of the second half of the Holocene / Rusanov G.G., Teterina I.I. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 76.

In this paper we present the results of the paleontological studies of the sediments of the moraine-dammed lakes of the alpine zone of the Altai Mountains (more than 2100 m a.s.l.). Based on the obtained data about species

composition of the seeds, molluscs and ostracods we have made conclusions about climate change in the highlands of the southeastern Altai in the second half of the Holocene. Ref. 10.

Keywords: Holocene, Altai Mountains, climatostratigraphy, microfossils, paleoecology.

УДК 628.161

Опыт обследования и оптимизации работы водопроводных очистных сооружений / Ланге Л.Р. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 81.

Для оптимизации работы водопроводных очистных сооружений рассмотрен комплекс мероприятий, состоящий из гидравлических и технологических исследований, целью которых является определение максимальной производительности станции при существующей высотной схеме при изменяющемся качестве исходной воды по сезонам года. Изложен опыт и рекомендации по реконструкции сооружений для условий Кемеровской области с минимальными затратами. Предложен вариант очистки и использования промывных вод. Библ. 5.

Ключевые слова: водопроводные очистные сооружения, обследование, реконструкция, реагентное хозяйство, отстойники, фильтры, технологические лаборатории, промывные воды.

Water purification plant inspection and optimization practice / Lange L.R. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 81.

Set of actions including hydraulic and technologic study, aimed at identification of maximal productivity of the plant considering existing altitude scheme and season change in quality of feed water are investigated. Experience and recommendations for plant reconstruction with minimal costs considering conditions of Kemerovo region is provided. Variant for rinsing water purification and use is given. Ref. 5.

Ключевые слова: water purification plant, inspection, reconstruction, chemical section, settling basins, filters, technologic laboratories, rinsing water.

УДК 711.454-163

Реновация промышленных территорий / Дрожжин Р.А. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 84.

Изложены принципы реновации и основные виды преобразования промышленных территорий. Рассмотрена возможность адаптации индустриального наследия в современных условиях. Ил. 2.

Ключевые слова: реновация, промышленные территории, индустриальное наследие.

Renovation of industrial areas / Drozhzhin R.A. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 84.

The principles of renovation and transformation of the main types of industrial areas are presented. The possibility of industrial heritage adaptation in modern conditions. Fig. 2.

Keywords: renovation, industrial sites, industrial heritage.

УДК 628.218

Эффективность работы очистных сооружений 5-го канализационного бассейна г. Прокопьевска / Благоразумова А.М., Круппо М.В., Ворон Л.В., Калашникова Е.С. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 87.

Выполнено описание технологической схемы очистных сооружений для механической, биологической очистки, обеззараживания и обработки осадков с приведением результатов лабораторных анализов сточных вод за период с января по июнь 2014 г. Произведена оценка эффективности работы сооружений, приведены рекомендации по улучшению их работы и эксплуатации. Ил. 4. Табл. 1. Библ. 3.

Ключевые слова: очистка городских сточных вод, отстойники, аэротенки, сырой осадок первичных отстойников, активный ил, обезвоживание, эффективность работы, нитрификация, денитрификация, дефосфатизация.

Operation effectiveness of treatment facilities of the 5th Prokopyevsk sewage basin / Blagorazumova A.M., Kruppo M.V., Voron L.V., Kalashnikova E.S. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 87.

Description of technological scheme of treatment facilities for mechanical, biological cleaning, disinfection and treatment of sludge along with the results of laboratory analysis of wastewater for the period January - June 2014 is performed. Evaluation of facilities operation effectiveness is performed, recommendations improvement of their operation and maintenance are given. Fig. 4. Table 1. Ref. 3.

Keywords: municipal sewage treatment, wastewater settling tanks, aeration tanks, raw sludge in the primary settlers, activated sludge, dewatering, efficiency, nitrification, denitrification, dephosphatization.

УДК 721.021.23

Предметное моделирование или макетирование в учебном процессе – составная часть графической культуры студента-архитектора / Осипов Ю.К. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 92.

При обучении студентов по направлению «Архитектура» требуются нетривиальные подходы к архитектурной графике как к способу познания композиционно-художественных закономерностей архитектуры. Образ будущего объекта в графическом изображении может быть усилен при использовании макетов, т.е. творческий замысел получает наглядное выражение в материальном исполнении. Определены виды рабочих макетов, которые могут быть использованы в зависимости от поставленной задачи (исследования несущего остова, интерьера, градостроительства, объемных моделей фрагментов зданий). Библ. 2.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, проект, макет.

Object simulation or modeling in learning process as an integral part of graphic culture of architect-student / Osipov Yu.K. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 92.

Teaching students in Architecture requires non-trivial approaches to architectural graphics, as method of understanding of composition and art laws of architecture. Graphic image of the future object can be amplified when using maquettes, i.e. artistic design gets its visual expression in materials. Identified are the types of maquettes that can be used depending on task (study of load bearing frame, interior design, urban design, three-dimensional model of fragments of buildings). Ref. 2.

Keywords: architectural design, project, maquette.

УДК 378.147.88/37.018.4

Контроль самостоятельной работы как управление учебной деятельностью студентов / Баклушина И.В., Башкова М.Н., Смирнова Е.В., Арнаутв Д.А. // Вестник СибГИУ. – 2015. – № 1 (11). – С. 95.

Описываются контроль самостоятельной работы как управление учебной деятельности и исследование мнения студентов о самостоятельной работе. Основное внимание уделено формам контроля самостоятельной работы в зависимости от ее вида и описанию их в фондах оценочных средств. Табл. 1. Библ. 2

Ключевые слова: самостоятельная работа, контроль самостоятельной работы, форма контроля самостоятельной работы, фонд оценочных средств.

Control of students' work as a tool of students learning activities management / Baklushina I.V., Bashkova M.N., Smirnova E.V., Arnautov D.A. // Bulletin of SibSIU. – 2015. – № 1 (11). – P. 95.

This article describes control of students' work as a tool of learning activity management activities and study students' opinions about students' self-guided work. The main attention is paid to forms of control of self-guided work, depending on its type and description of assessment means funds. Table 1. Ref. 2.

Keywords: self-guided work, control of self-guided work, form of control of independent work, funds of assessments means.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Сибирского государственного индустриального университета» публикуются оригинальные, ранее не публиковавшиеся статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера по следующим направлениям:

1. Металлургия и материаловедение.
2. Горное дело и геотехнологии.
3. Машиностроение и транспорт.
4. Энергетика и электротехнологии.
5. Химия и химические технологии.
6. Архитектура и строительство.
7. Автоматизация и информационные технологии.
8. Экология и рациональное природопользование.
9. Экономика и управление.
10. Образование и педагогика.
11. Гуманитарные науки.
12. Социальные науки.
13. Отклики, рецензии, биографии.

К рукописи следует приложить рекомендацию соответствующей кафедры высшего учебного заведения и акт экспертизы.

Кроме того, необходимо разрешение ректора или проректора высшего учебного заведения (для неучебного предприятия – руководителя или его заместителя) на опубликование результатов работ, выполненных в данном вузе (предприятии).

В редакцию следует направлять два экземпляра текста статьи на бумажном носителе, а также на электронном. Для ускорения процесса рецензирования статей электронный вариант статьи и скан-копии сопроводительных документов рекомендуется направлять по электронной почте ответственному секретарю журнала на e-mail: с пометкой «статья в Вестник СибГИУ».

Таблицы, библиографический список и подрисуночный текст следует представлять на отдельных страницах. В рукописи необходимо сделать ссылки на таблицы, рисунки и литературные источники, приведенные в статье.

Иллюстрации нужно представлять отдельно от текста на носителе информации. Пояснительные надписи в иллюстрациях должны быть выполнены шрифтом Times New Roman Italic (греческие буквы – шрифтом Symbol Regular) размером 9. Тоновые изображения, размер которых не должен превышать 75x75 мм (фотографии и другие изображения, содержащие оттенки черного цвета), следует направлять в виде растровых графических файлов (форматов *.bmp, *.jpg, *.gif, *.tif) в цветовой шкале «оттенки серого» с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Штриховые рисунки (графики, блок-схемы и т.д.) следует представлять в «черно-белой» шкале с разрешением не менее 600 dpi. На графиках не нужно наносить линии сетки, а экспериментальные или расчетные точки (маркеры) без крайней необходимости не «заливать» черным. Штриховые рисунки, созданные при помощи пространственных программ MS Excel, MS Visio и др.,

следует представлять в формате исходного приложения (*.xls, *.vsd и др.). На обратной стороне рисунка должны стоять порядковый номер, соответствующий номеру рисунка в тексте, фамилии авторов, название статьи.

Формулы вписываются четко. Шрифтовое оформление физических величин следующее: латинские буквы в светлом курсивном начертании, русские и греческие – в светлом прямом. Числа и единицы измерения – в светлом прямом начертании. Особое внимание следует обратить на правильное изображение индексов и показателей степеней. Если формулы набираются с помощью редакторов формул Equatn или Math Type, следить, чтобы масштаб формул был 100 %. Масштаб устанавливается в диалоговом окне «Формат объекта». В редакторе формул для латинских и греческих букв использовать стиль «Математический» («Math»), для русских – стиль «Текст» («Text»). Размер задается стилем «Обычный» («Full»), для степеней и индексов – «Крупный индекс/ Мелкий индекс» («Subscript/Sub-Subscript»). Недопустимо использовать стиль «Другой» («Other»).

Необходимо избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. Объем статьи не должен превышать 8 – 10 страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, и трех рисунков.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором (при наличии нескольких авторов, число которых не должно превышать пяти, – всеми авторами); в конце рукописи указывают полное название высшего учебного заведения (предприятия) и кафедры, дату отправки рукописи, а также полные сведения о каждом авторе (Ф.И.О., место работы, должность, ученая степень, звание, служебный и домашний адреса с почтовыми индексами, телефон и E-mail того, с кем вести переписку).

Цитируемую в статье литературу следует давать не в виде подстрочных сносок, а общим списком в порядке упоминания в статье с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой.

Перечень литературных источников рекомендуется не менее 10. Библиографический список оформляют в соответствии с ГОСТ 7.2 – 2003: а) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, номер тома, место издания, издательство и год издания, общее количество страниц; б) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название журнала, название статьи, год издания, номер тома, номер выпуска, страницы, занятые статьей; в) для статей из сборников – фамилии и инициалы авторов, название сборника, название статьи, место издания, издательство, год издания, кому принадлежит, номер или выпуск, страницы, занятые статьей.

Иностранные фамилии и термины следует давать в тексте в русской транскрипции, в библиографическом списке фамилии авторов, полное название книг и журналов приводят в оригинальной транскрипции.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

К статье должны быть приложены аннотация в двух экземплярах объемом не менее 1/2 страницы текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, а также ключевые слова.

В конце статьи необходимо привести на английском языке: название статьи, ФИО авторов, место их работы, аннотацию и ключевые слова.

Краткие сообщения должны иметь самостоятельное научное значение и характеризоваться новизной и оригинальностью. Они предназначены для публикации в основном аспирантских работ. Объем кратких сообщений не должен превышать двух страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, включая таблицы и библиографический список. Под заголовком в скобках следует указать, что это краткое сообщение. Допускается включение в краткое сообщение одного несложно-

го рисунка, в этом случае текст должен быть уменьшен. Приводить в одном сообщении одновременно таблицу и рисунок не рекомендуется.

Количество авторов в кратком сообщении должно быть не более трех. Требования к оформлению рукописей и необходимой документации те же, что к оформлению статей.

Корректуры статей авторам, как правило, не посылают.

В случае возвращения статьи автору для исправления (или при сокращении) датой представления считается день получения окончательного текста.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят гласную рецензию.

Статьи журнала индексируются в РИНЦ и представлены на сайте СибГИУ (www.sibsiu.ru) в разделе Наука и инновации (Периодические научные издания (Журнал «Вестник СибГИУ»)).

