

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

8–10 октября 2019 г.

Новокузнецк
2019 г.

УДК 69+624/628+66/67+72

А 437

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук., доцент Столбоушкин А.Ю.,

канд. техн. наук., доцент Алешина Е.А.,

доцент Матехина О.В.,

канд. архитектуры, доцент Благиных Е.А.

А 437 Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды научно-практической конференции / М-во науки и высш. образования Российской Федерации, Сиб. гос. индустр. ун-т, Архитектурно-строительный институт ; под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина, Е.А. Алешиной, О.В. Матехиной, Е.А. Благиных, – Новокузнецк, Изд. Центр СибГИУ, 2019. – 352 с.

ISBN 978-5-7806-0530-0

Представлены материалы докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России», состоявшейся в Сибирском государственном индустриальном университете 8–10 октября 2019 г. Доклады отражают результаты работ по трем основным направлениям конференции: «Архитектура и градостроительство промышленных регионов России»; «Новые материалы, конструкции и инновационные технологии в строительстве»; «Новые концептуальные подходы в проектировании и реконструкции инженерных систем жизнеобеспечения».

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников в области архитектуры и строительства, а также для студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 69+624/628+66/67+72

ISBN 978-5-7806-0530-0

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

СИСТЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ВОДЫ НА БОРТУ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Сержантов Т.А., Баклушина И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет» (СибГИУ),
г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Приведена информация по обеспечению членов экипажа МКС питьевой и технической водой. Рассмотрены системы регенерации воды в условиях микрогравитации. Отмечены возможные перспективы развития замкнутых систем очистки.

Ключевые слова: международная космическая станция, регенерация воды, очистка, санитарно-гигиенические процедуры, питьевая вода.

Вода – то, без чего не может обойтись ни один человек. Она – основа жизни на Земле. Эпоха освоения космоса, наступившая с запуском первого искусственного спутника в 1957 году, лишь увеличила значимость воды для человека. В условиях замкнутого пространства, которое из себя и представляет Международная космическая станция, расход воды критически важен. Проведение качественных санитарно-гигиенических процедур – одна из ключевых задач обеспечения комфортных и безопасных условий функционирования экипажа.

Первые космические аппараты не имели замкнутой системы водоснабжения. Вся вода на борт изначально бралась с Земли, а также в дальнейшем осуществлялась её поставка с запуском отдельных космических аппаратов. В настоящее время очистительная система МКС перерабатывает около 60% всей жидкости на борту. В российском сегменте станции функционирует усовершенствованная система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-2КМ. Производительность данной системы обеспечивает жизнедеятельность 6 членов экипажа [2].

Согласно действующим стандартам, для герметичного отсека космического летательного аппарата на осуществление санитарно-гигиенических процедур требуется от 0,2 до 7 литров воды на одного члена экипажа в сутки. Для сравнения, норма расхода воды на одного жителя жилого дома – 300 литров в сутки. Низкий показатель водопотребления на МКС связан с тем, что там не проводятся полноценные санитарно-гигиенические процедуры. Связано это с отсутствием соответствующего оборудования и методов полноценного умывания рук, лица и тела в условиях практически полного отсутствия гравитации [2].

Рассмотрим принципы действия систем регенерации воды:

1. Действие системы регенерации воды неразрывно связано с функционированием системы кондиционирования воздуха (СКВ). Воздух, который был охлажден, поступает обратно в СКВ, и влага, содержащаяся в нём, конденсируется на поверхностях аппарата. После этого она с помощью насоса по трубопроводу, протяженность которого составляет около 5 метров, поступает в систему очистки. Первый её элемент – блок очистных колонок, работающий по принципу адсорбционной очистки.

Есть примеси диссоциирующие. Они распадаются на ионы в воде, например, аммиак, соли металлов – в основном, это неорганические соединения – и для них используются ионообменные смолы. Этот процесс называется хемосорбция: ионообменные смолы химически связывают ионы примесей, выпадая в осадок. Для недиссоциирующих (спирты и другая органика) используется физическая адсорбция активированным углём или каталитическое окисление. На выходе российской Системы регенерации воды из Конденсата атмосферной влаги (СРВ-К) установлен сигнализатор проверки воды на электропроводность: если сигнала

лизатор не срабатывает, значит, все ионы поглощены, и вода считается пригодной для питья. В противном же случае вода признается технической. Питьевую воду затем кондиционируют: обогащают минеральными солями кальция, магния, натрия, добавляют йод. В результате получается вода даже чище той, что на Земле [3].

2. В настоящее время система, способная перерабатывать мочу в воду, функционирует только на американском сегменте МКС.

После того, как космонавты посетят туалет, их моча поступает в специальное дистилляционное устройство в виде барабана, представляющее составную часть системы регенерации воды (ECLSS). Вращаясь, устройство создаёт центробежную силу, отбрасывая мочу к стенкам, которые затем нагреваются до той температуры, пока из жидкости не начнёт выпариваться вода и конденсироваться во внешней камере барабана. Таким образом, из общего объема поступившей в систему мочи можно получить до 85% воды. Далее вода закачивается в бак, куда также поступает конденсирующаяся из воздуха влага. Под давлением вода из бака поступает в сепаратор, где удаляются запахи. Затем, как и в СКВ-2М, вода проходит различные фильтры, в том числе адсорбирующие и ионообменные. Следующий этап – поступление в камеру, где жидкость нагревается до 130°C, чтобы уничтожить все оставшиеся органические примеси, а после в неё добавляют йод для предотвращения размножения микробов. В конце следует процедура проверки на остатки примесей: вода, прошедшая проверку, поступает в специальные резервуары, откуда уже расходуется экипажем. Важно то, что вода, полученная таким способом, не используется в качестве питьевой.

Весной 2018 года на российском модуле МКС «Рассвет» была установлена экспериментальная система регенерации воды под названием СРВ-У-РС. Однако, по словам космонавтов, стабильной очистки воды добиться всё ещё не удалось, поскольку система даёт сбой [1].

В заключение стоит отметить, что современные российские системы регенерации воды позволяют обеспечить космонавтов на МКС водой на 63%. Биохимический анализ показал, что регенерированная вода не утрачивает своих исходных свойств, и полностью пригодна для питья. В настоящий момент российские ученые работают над созданием более замкнутой системы, что позволит обеспечить космонавтов водой на 95%. Существуют перспективы развития систем очистки, которые обеспечат на 100% замкнутый цикл.

Библиографический список

1. На МКС не смогли преодолеть сбой в системе производства питьевой воды из мочи [Электронный ресурс] // interfax.ru. – 2018. – 17 мая. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/611628>. – Загл. с экрана. (дата обращения 20.05.2019г.)

2. Сальников Н.А., Николайкина Н.Е. Исследование очистки санитарно-гигиенической воды в замкнутой системе водообеспечения летательных аппаратов [Электронный ресурс] // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. №225 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ochistki-sanitarno-gigienicheskoy-vody-v-zamknutoy-sisteme-vodoobespecheniya-letatelnyh-apparatov>. . (дата обращения 20.05.2019г.)

3. Цена одной капли – как добыть воду на космическом корабле? [Электронный ресурс] // URL: <https://aboutspacejournal.net/2016/06/04/цена-одной-капли-как-добыть-воду-на-к/> (дата обращения 20.05.2019г.)