

интенсификации горения в пределах концентрации озона от 20 до 220 мг/м³ при световом потоке пламени от 75 до 400 лм. Для обеспечения оперативной реализации разработанного алгоритма при ручном управлении озонатором построена номограмма, представленная на рис. 4.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. При повышении эффективности сжигания топлива посредством озонирования среды в топочной камере необходимо производить коррекцию режимов работы озонатора в зависимости от требуемых параметров и условий горения.

2. Управление работой озонатора может быть достигнуто за счет изменения напряжения на первичной обмотке повышающего трансформатора в соответствии с полученным алгоритмом или по номограмме.

3. При использовании озонатора другой модели определение алгоритма управления может быть осуществлено по описанной методике.

Список литературы

1. Андреев С.А., Судник Ю.А., Петрова Е.А. Ресурсосберегающее автономное теплоснабжение объектов АПК // Международный научный журнал. — 2011. — № 5. — С. 83–91.

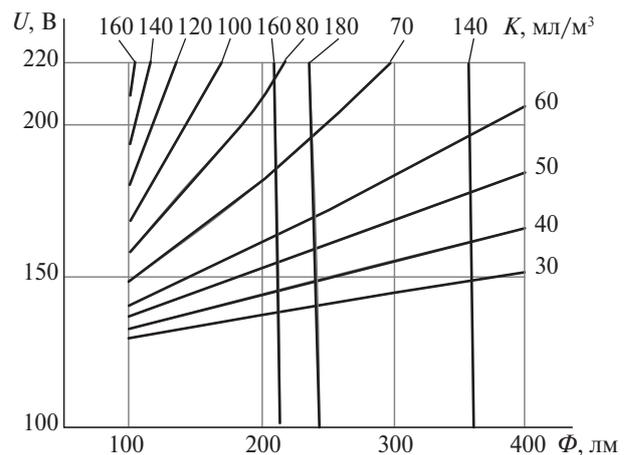


Рис. 4. Номограмма зависимости напряжения на первичной обмотке озонатора от концентрации озона и интенсивности горения

2. Пат. № 119860 Российская Федерация. Отопительный котел / Андреев С.А., Судник Ю.А., Петрова Е.А., Нормов Д.А. — № 2012110351/06; Заявл. 20.03.2012, опубл. 27.08.2012, Бюл. № 24.

3. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. — М.: Наука, 1970. — 368 с.

4. Численные методы / Н.Л. Данилина, Г.Н. Дубровская, О.П. Кваша [и др.]. — М.: Высшая школа, 1986. — 254 с.

УДК 621.629.3; 669.54.793

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРОЕКТ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Мойка — одна из важнейших технологических операций ремонта. От качества мойки зависит качество дефектации и ремонта, производительность труда ремонтных рабочих, ресурс отремонтированной машины и общий уровень технической культуры ремонтного предприятия. Для выполнения комплекса уборочно-моечных работ автомобилей на автотранспортных предприятиях используется разнообразное моечное оборудование и технологическая оснастка [1–5].

К моечному относится оборудование, обеспечивающее удаление загрязнений с наружных поверхностей автомобилей, нанесение защитных материалов на лакокрасочные покрытия и сушку автомобилей после мойки, а также очистки днища автомобилей перед проведением операции технического обслуживания и ремонта. Отдельную группу составляет оборудование для мойки и очистки агрегатов и деталей автомобилей при ремонте, в том числе в условиях АТП.

Необходимость применения специализированного механизированного оборудования для мойки автомобилей подтверждается тем, что удельный вес моечных работ составляет 55 % для легковых автомобилей, 35 % — для автобусов и 65 % — для грузовых автомобилей от общей трудоёмкости.

В настоящее время известны различные способы очистки поверхностей, в числе которых механический, струйный, ультразвуковой, химический, электрохимический, биологический и др. Однако применение некоторых способов для очистки больших объектов вызывает значительные технические и технологические трудности и в большинстве случаев на данном этапе экономически не оправданы. Для удаления загрязнений с поверхности автомобиля сейчас наиболее приемлем механический способ очистки, который реализуется различными приемами. Для мойки автомобилей в условиях АТП наибольшее распространение получили два способа:

струйная мойка и мойка с помощью ротационных щеток или их комбинация.

Основным недостатком струйных установок является относительно невысокое качество обмыва даже при большом расходе воды. Применение дополнительных операций (например, подогрев воды, использование моющих средств и др.) усложняет и удорожает конструкцию, хотя и позволяет повысить качество мойки.

Применение струйно-щеточных моечных установок снижает затраты и уменьшает эксплуатационные расходы. Установки данного типа обладают определенными технологическими достоинствами, что позволяет значительно расширить их функциональные возможности. Известно, что независимо от используемых способов очистки поверхности различают мойку двух видов: мойку наружных поверхностей и мойку низа автомобилей всех типов, а также кузовов грузовых автомобилей.

Для наружной мойки характерно использование низкого давления моющей жидкости, возможность применения мягких щеток и ветоши, моющих веществ, защитных составов и смягчителей воды. Для мойки низа автомобилей, в том числе и для очистки кузовов и ходовой части грузовых автомобилей, характерно использование струй воды под высоким давлением, невозможность или ограниченная возможность применения щеток или иных механических побудителей для смывания грязи. Сейчас существует множество различных моечных установок и аппаратов, которые имеют свои преимущества и недостатки, но с точки зрения эксплуатации важным показателем моечного оборудования является его производительность. Производительность оборудования определяет пропускную способность. Рассматривая различные модели

моечных установок, определяют ряд их недостатков, некоторые из них нашли свое решение в данной работе. Для предприятий, имеющих различный автопарк и эксплуатирующих в городских условиях мойку машин, она является достаточно ощутимой проблемой, одним из решений данной задачи является разработанная моечная установка, выполняющая полный цикл мойки и сушки автомобиля одновременно, а занимаемая ею площадь примерно такая же, как площадь самостоятельных моечных установок. Благодаря этому обеспечивается экономия времени и рабочей площади. Предлагаемая моечная установка является автоматизированной, т. е. не требует вмешательства в процесс людей.

Мойка автотранспорта (рис. 1 и 2) осуществляется в автоматическом режиме. Оператор приводит установку в действие с пульта управления. Моющая рамка, на которой расположены сопла для подачи воды и моющего раствора, перемещается за счет механизма передвижения по направляющим внутри каркаса. Мойка осуществляется как снизу (днище), так и с наружной стороны автомобиля. Сначала грязь отбивается водой под давлением, подающейся из сопл, затем происходит переключение подачи воды (с пульта) на подачу моющего раствора и, наоборот, для смыва раствора с кузова и днища автомобиля. Сушка автомобиля осуществляется за счет радиаторов отопления, через которые подается теплый воздух под давлением.

Для качественной мойки разработана специальная насадка на наконечниках моечных труб. Рассчитана и выбрана необходимая мощность электродвигателя для привода и насоса. Двигатель является одним из основных элементов машинного агрегата. От типа двигателя, его мощности, частоты вращения и прочего зависят конструктивные и эксплуата-

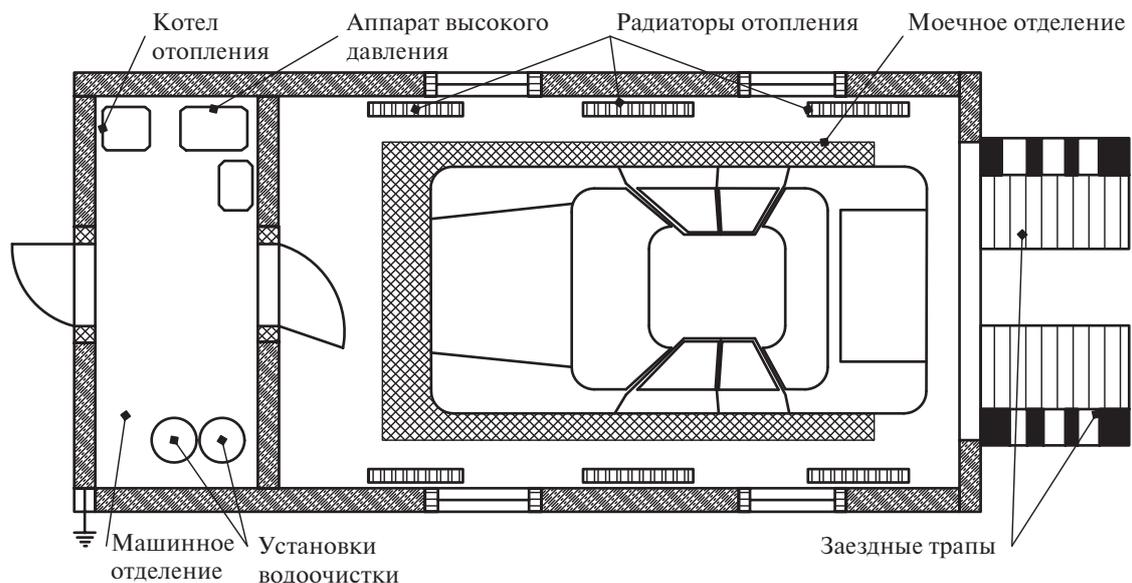
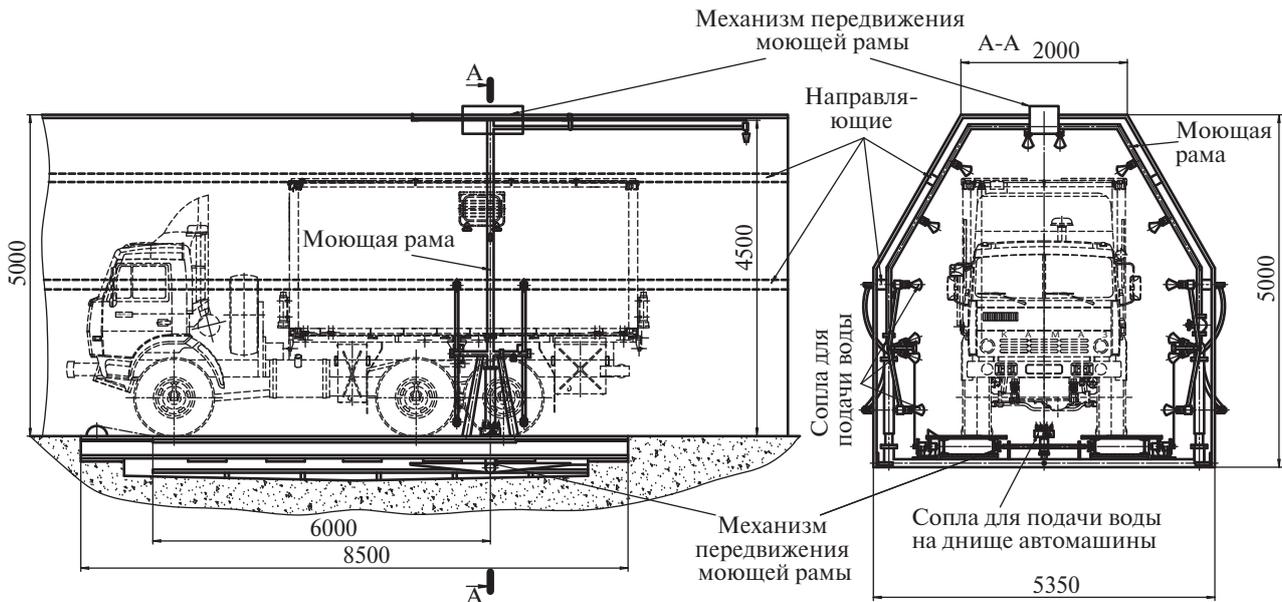


Рис. 1. Общий вид мойки легковых автомобилей



Кинематическая схема передвижения моеющей рамы снизу

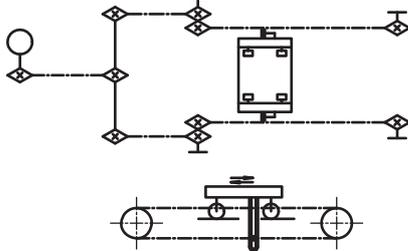


Рис. 2. Моечная установка для грузовых автомобилей

тационные характеристики установки и ее привода. Для установки рекомендуется двигатели серии А61–2. Эти двигатели наиболее универсальны. Двигатели серии А61–2 применяют для приводов механизмов, имеющих постоянную или мало меняющуюся нагрузку при длительном режиме работы и большой пусковой нагрузке. Закрытое и обдуваемое исполнение позволяет применять эти двигатели для работы в загрязненных условиях, в открытых помещениях и т. п.

Насос подобран по параметрам напора и расходу $Q = q_{1-2} = 140$ л/с, вычисляемому по формуле

$$H = h_z + \frac{\alpha W_{1-2}^2}{2g} + h_k =$$

$$= 37,258 + \frac{1,05 \cdot 3}{2 \cdot 9,81} + 5 = 42,7395 \text{ м.}$$

Марка насоса 8К12а, выдаваемый напор $H = 24$ м, расход $Q = 69,5$ л/с, допустимая вакуумметрическая высота всасывания $H_{\text{вак}}^{\text{доп}} = 6,1$ м.

Учтены вопросы охраны окружающей среды и очистки воды после процесса мойки автомобилей. В настоящее время наибольшее распространение получили очистные сооружения, включающие в себя следующие звенья: горизонтальный отстойник, распределительную камеру, кассетный

фильтр, водозаборную камеру, насосную станцию, реагентное хозяйство и блок обработки осадка.

Сток из моечной канавы 1 (рис. 3 и 4) поступает в электрокоагулятор ЭК-029-Э-А/С-1 (с выпрямителем) 2, в которой происходит ввод коагулянта за счет анодного растворения металла (алюминия) и электрофлотации загрязнений газом, выделенным на катоде, во время процесса электрофлотокоагуляции происходит очистка сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов и СПАВ, эффективность очистки составляет до 98 %, электрокоагулятор расположен в непосредственной близости от мойки автомобилей, в нем происходит задержание частиц с гидравлической крупностью 25 мм/с. Доочистка очищенных стоков производится на фильтрах с плавающей загрузкой 3, ФПЗ-3, материал загрузки пенополиуретан с размером гранул от 0,5 до 12 мм. Эффективность очистки по взвешенным веществам достигает 85 %. Оттуда вода поступает в открытый гидроциклон с конической диафрагмой и внутренним цилиндром 4 и 5, где задерживаются частицы с гидравлической примесью с крупностью 0,15 мм/с. Эффективность механической очистки составляет 40...60 %.

Далее очищенная вода поступает в резервуар чистой воды 6 и через дополнительный фильтр моечным насосом 7 подается на повторное использование. Частицы, выпавшие в электрокоагуляторе, содержат часть непрореагированного коагулянта, поэтому их можно отправить на вторичное использование в моечную канаву. Осадок, выпавший в гидроциклоне 4 и 5, откачивается насосом в бункер для осадки 8, который по мере накопления опорожняется. Образовавшаяся пена в процессе электрохимической очистки собирается пе-

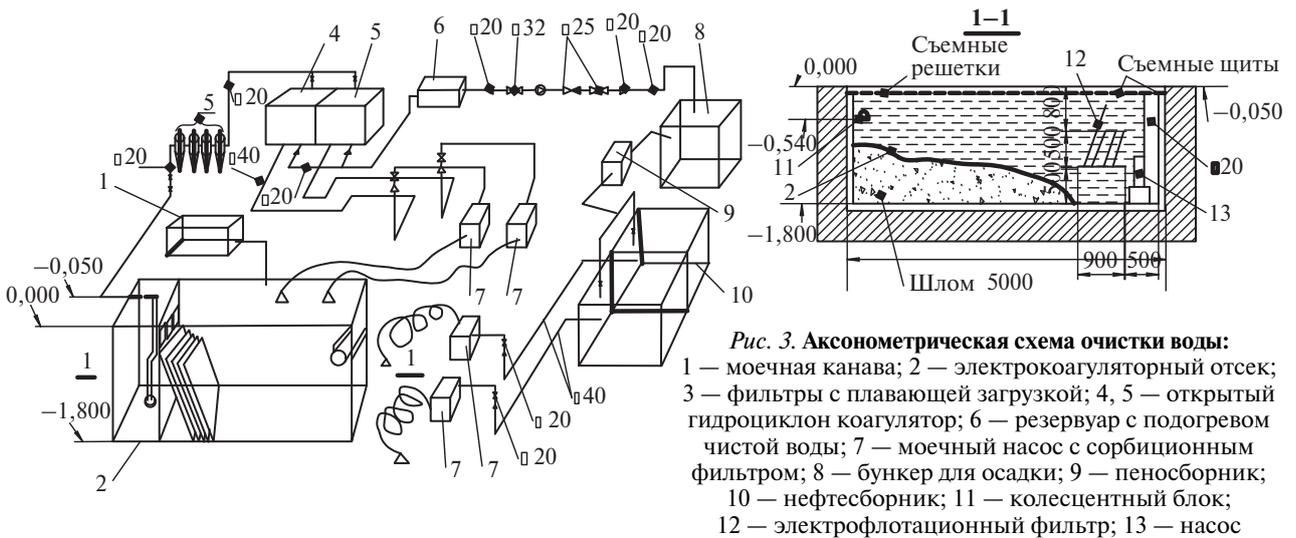


Рис. 3. Аксонометрическая схема очистки воды:
 1 — моечная канава; 2 — электрокоагуляционный отсек; 3 — фильтры с плавающей загрузкой; 4, 5 — открытый гидроциклон коагулятор; 6 — резервуар с подогревом чистой воды; 7 — моечный насос с сорбционным фильтром; 8 — бункер для осадки; 9 — пеносборник; 10 — нефтесборник; 11 — колесцентный блок; 12 — электрофлотационный фильтр; 13 — насос

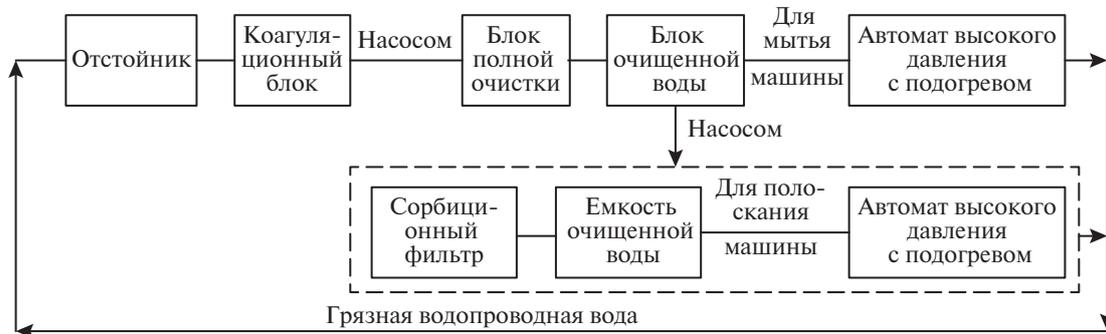


Рис. 4. Технологическая схема оборотного водоснабжения мойки автомобилей

носборным устройством 9 в приемный лоток и далее насосом подается в нефтесборник 10. Затем уже окончательно очищенная вода, проходя через дополнительный фильтр, идет на повторное использование для ополаскивания машин и технических нужд предприятия. Данная схема очистки наиболее приемлема для городских условий, она обеспечивает полную очистку сточных вод. Для реагентной очистки ввод коагулянта осуществляется таким способом, который не требует дополнительных площадей, и позволяет автоматически менять дозу реагента в зависимости от исходной концентрации загрязнений и необходимой степени очистки.

Предлагается также установка электрокоагулятора. Эффективность электрокоагулятора значительно выше, чем использование коагуляции с применением солей коагулянтов, отпадает необходимость в реагентном хозяйстве. Также при использовании нерастворимых электродов пузырьки выделяемых газов участвуют в процессе флотации, т. е. происходит дополнительная очистка сточных вод от загрязнений методом флотации без применения принудительного нагнетания воздуха и т. п. Электрокоагуляторы эффективны для удаления из стоков тонкодиспергированных примесей в пределах pH 5...9, т. е. при применении СМС при мойке автомобилей сточная вода будет находиться при-

мерно в этой области pH. Размещение электродного блока выбирали в вертикальном исполнении, что усилило жесткость конструкции и привело к большей неизменности размеров электродной системы, а также улучшению условия выделения газов и протекания процесса флотации. Электрофлотокоагулятор совмещен со вторичным отстойником в один блок. Для механической очистки сточных вод от взвешенных веществ применили многоступенчатые открытые гидроциклоны. Эффективность очистки по взвешенным веществам определяли по формуле

$$\vartheta = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} 100 \%,$$

где C_{en} — начальная концентрация взвешенных веществ; C_{ex} — допускаемая конечная концентрация взвешенных веществ.

Таким образом,

$$\begin{aligned} \text{на I ступени } \vartheta &= \frac{210 - 120}{210} 100 \% = 43 \% = 40 \%, \\ \text{на II ступени } \vartheta &= \frac{120 - 50}{120} 100 \% = 58 \% = 60 \%. \end{aligned}$$

Открытые гидроциклоны применяются для выделения из сточных вод всплывающих и оседающих, тяжелых грубодисперсных примесей гидрав-

лической крупностью свыше 0,2 мм/с, а также скоагулированной взвеси, а открытые гидроциклоны без внутренних вставок применяют для задержания крупно- и мелкодисперсных примесей, гидроциклоны с конической диафрагмой предназначены для выделения мелкодисперсных взвешенных веществ и при относительно малых расходах — до 200 м³/ч.

Здесь же аппараты первой ступени удаляют из воды грубые взвеси, а аппараты последующих ступеней используют для более мелких частиц. На первой ступени выбран открытый гидроциклон без внутренних устройств, на второй ступени — открытый гидроциклон с конической диафрагмой и внутренним цилиндром. При необходимости более глубокой очистки сточных вод и выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, главным образом минерального происхождения, можно применять и напорные гидроциклоны, с последовательной работой гидроциклонов различных типоразмеров.

Далее проводится электрофлоккоагуляция сточных вод в горизонтальных отстойниках. Производительность одного отстойника q_{set} , м³/ч, определена исходя из заданных геометрических размеров сооружения и требуемого эффекта осветления сточных вод, для горизонтальных отстойников, таким образом,

$$q_{\text{set}} = 3,6 K_{\text{set}} L_{\text{set}} B_{\text{set}} (u_0 - v_{\text{tb}}), \text{ м}^3/\text{ч},$$

где K_{set} — коэффициент использования объема; L_{set} — длина секции, отделения, 2,0 м; B_{set} — ширина секции, отделения, 1,0 м; u_0 — гидравлическая крупность задерживаемых частиц, мм/с; v_{tb} — турбулентная составляющая, мм/с, принимают в зависимости от скорости потока в отстойнике $v_w = 0,05$ мм/с, поэтому

$$q_{\text{set}} = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 3(0,56 - 0,05) = 96,38 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приняты основные конструктивные параметры: выпуск исходной воды и сбор осветленной (равномерные по ширине (периметру) впускно- и сборного устройств отстойника); высота нейтрального слоя для вторичных отстойников составляет 0,3 м и глубина слоя осадка — 0,3...0,5 м; угол наклона стенок приемка — 50°.

Для равномерного распределения воды кромка водослива распределительного лотка выполнена в виде треугольных водосливов через 0,5 м. Осадок, образовавшийся во вторичном отстойнике, подается в моечную канаву на повторное использование, так как он содержит часть непрореагированного коагулянта, там же происходит удаление скоагулированных частиц с осадком первичного отстойника. Начальное сечение лотка рассчитано на пропуск расчетного расхода со скоростью не менее 0,5 м/с, в конечном сечении скорость — не менее 0,1 м/с.

Так как часть образовавшихся хлопьев в процессе электрофлоккоагуляции не осядет в отстойнике, а с потоком воды пойдет дальше, необходимо произвести доочистку очищенной сточной воды. Для доочистки очищенной воды после электрофлоккоагуляции применяют фильтрование очищенной воды через безнапорный фильтр с плавающей загрузкой. Безнапорный фильтр с плавающей загрузкой с движением воды снизу вверх представлен на рис. 5.

Преимущества фильтров с плавающей загрузкой: простота конструкции и эксплуатации; простота технологии регенерации; высокое качество очищенной воды; максимальное использование объема фильтра; экономичность; долговечность фильтрующей загрузки (более 10 лет); отсутствие промывных насосов и емкостей промывной воды; способность загрузки к самостоятельной гидравлической сортировке в процессе промывки по убывающей крупности гранул. Фильтр с плавающей загрузкой ФПЗ ОКП485913 для очистки сточных вод: верхняя и нижняя распределительная системы; кассеты с загрузкой; трубопроводы и лотки сбора промывной воды. Такие фильтры являются прогрессивным оборудованием для очистки сточных вод за счет значительного увеличения срока службы фильтрующего материала и возможности его многократной промывки.

Конструкция фильтра с целью упрощения обслуживания выполняется кассетной (рис. 6), что позволяет производить профилактические работы: оснащение с фильтром посекционное. В них используются гранулы вспененного полистерола с очень низкой плотностью порядка 50...100 г/л. Такие гранулы имеют более высокие адгезионные и электрокинетические свойства, чем у песка, и их применение интенсифицирует процесс фильтрования воды. Так, фильтры с плавающей загрузкой

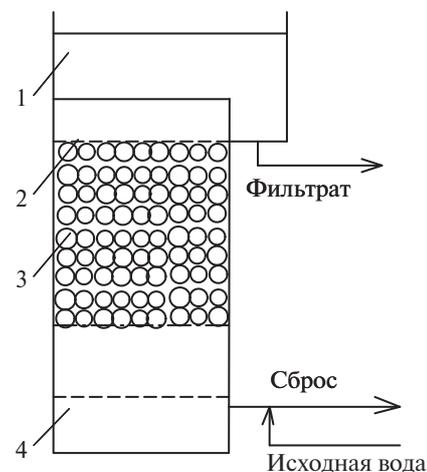


Рис. 5. Фильтр ФПЗ ОКП485913:
1 — корпус; 2 — опорная решетка; 3 — плавающая загрузка; 4 — распределительная решетка

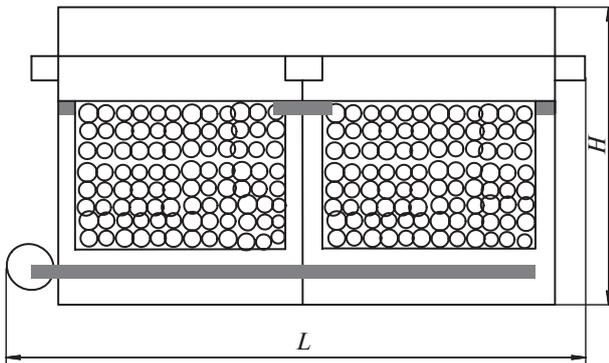


Рис. 6. Расположение фильтров ФПЗ ОКП485913

позволяют работать с более загрязненной водой и с большей скоростью фильтрования, упростить регенерацию загрузки, отказаться от использования дополнительных насосов и емкостей для промывной воды. Возможно использование плавающей загрузки в стандартных стальных корпусах, у которых дренажное устройство размещено сверху. Скорость фильтрования воды определяется давлением (напором) поступающей воды. Считается, что она может быть выше, чем для тяжелых загрузок.

Применяют фильтрование через песчаную загрузку, но так как часовой расход сточных вод составляет 0,221 м³/ч, то нет возможности применить скорые фильтры, так как площадь одного фильтра не может быть меньше 10 м².

При расходе 0,221 м³/ч суммарная площадь фильтра такова:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T v_{\text{р.н}} - 3,6 n w t_1 - n t_2 v_{\text{р.н}} - n t_3 v_{\text{р.н}}}, \text{ м}^2,$$

где T — продолжительность работы станции в течение суток (12 ч); n — количество промывок в сутки ($n = 1$); $v_{\text{р.н}}$ — скорость фильтрования при нормальном режиме (12 м/ч); w — интенсивность промывки (15 л/с·м²); t_1 — продолжительность промывки (0,1 ч); t_2 — время простоя фильтра в связи с промывкой (0,5 ч); t_3 — продолжительность сброса первого фильтрата (0 ч).

Таким образом,

$$F = \frac{0,207}{12 \cdot 12 - 3,6 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 0,1 - 1 \cdot 0,5 \cdot 12 - 1 \cdot 0 \cdot 12} = 0,0016 \text{ м}^2.$$

Более интересен вариант безнапорных фильтров с движением воды сверху вниз. Длительное время проводится разработка конструкций таких аппаратов.

В общем виде безнапорный фильтр очистки воды с плавающей загрузкой (см. рис. 5) представляет собой емкость, часто прямоугольного сечения L , в верхней части которой устанавливается

перфорированная решетка 2 с меньшими отверстиями, чем размер гранул. Эта решетка является критическим элементом конструкции, поскольку она выполняет ряд функций — задержание наименьших частиц загрузки, а также равномерный сбор воды при фильтрации и ее распределение при взрыхлении. При этом она должна обладать высокой прочностью, поскольку воспринимает выталкивающую силу всплывающих гранул и перепад давления при фильтрации воды. В нижней части фильтра установлено распределительное устройство для ввода очищаемой воды 4, а в верхней — патрубок вывода очищенного раствора. Патрубок располагается выше решетки так, чтобы над ней находился запас воды, необходимый для регенерации.

При очистке воды она подается снизу через распределитель, фильтруется через слой плавающих пенополистирольных шариков и, пройдя через решетку, попадает в верхнюю буферную зону. Очищенная вода выводится через патрубок. При загрязнении фильтрующей загрузки производится ее регенерация. Для этого подача воды на очистку прекращается, открывается сбросной клапан и очищенная вода из зоны, расположенной выше решетки, самотеком устремляется вниз, оживая полистирольную загрузку. При кипении ее слоя происходит отмывка частиц от загрязнений, которые вместе с потоком воды удаляются из фильтра.

Выводы

Такие моечные комплексы позволяют быстро и эффективно выполнять моечные работы, экономится рабочее время, трудозатраты. Разработанная аксонометрическая схема мойки машин и очистки сточных вод предотвращает загрязнение окружающей среды, а повторное использование сточной очищенной воды эргономично и экономично для хозяйства.

Список литературы

1. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. — М.: Транспорт, 1993. — 272 с.
2. Муратова Л.А., Гольдин А.Я., Молодов П.В. Водопотребление и водоотведение автотранспортных и авторемонтных предприятий. — М.: Транспорт, 1988. — 208 с.
3. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. — М.: АСВ, 2004. — 704 с.
4. Тойгамбаев С.К., Шнырёв А.П., Мынжасаров Р.И. Надежность технологических машин: учеб. пособие для вузов. — М.: МГУП, 2008. — 224 с.
5. Основы технологии изготовления деталей транспортных и технологических машин: учеб. пособие для вузов / С.К. Тойгамбаев, А.П. Шнырёв, Г.А. Сергеев [и др.]. — М.: МГУП, 2008. — 238 с.