

**Н. В. ХОЛЬШЕВ, А. В. МИЛОВАНОВ, Ю. Е. ГЛАЗКОВ,
Д. Н. КОНОВАЛОВ, С. М. ВЕДИЩЕВ, А. В. ПРОХОРОВ**

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕШНЕЙ МОЙКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ



**Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

**Н. В. ХОЛЬШЕВ, А. В. МИЛОВАНОВ, Ю. Е. ГЛАЗКОВ,
Д. Н. КОНОВАЛОВ, С. М. ВЕДИЩЕВ, А. В. ПРОХОРОВ**

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕШНЕЙ МОЙКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям
23.03.03 и 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов», 35.03.06 и 35.04.06 «Агроинженерия»
и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»,
всех форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024

УДК 629.119
ББК 39.33-08
О-22

Рецензенты:

Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Агроинженерия» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
А. В. Брусенков

Кандидат технических наук,
руководитель кузовного цеха ООО «Тамбов Авто»
П. А. Чепеняк

О-22 **Оборудование** для внешней мойки автомобильного транспорта: общее устройство и расчет [Электронное издание] : учебное пособие / Н. В. Хольшев, А. В. Милованов, Ю. Е. Глазков, Д. Н. Коновалов, С. М. Ведишев, А. В. Прохоров. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 4,5 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2736-8

Приведены сведения об общем устройстве оборудования для внешней мойки автомобильного подвижного состава, методики и примеры расчетов моечной установки туннельного типа с конвейером и очистными сооружениями, а также исходные и справочные данные. Пособие будет полезно при проведении практических занятий и выполнении курсовых работ, связанных с расчетом оборудования для внешней мойки автомобильного подвижного состава.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 23.03.03 и 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 35.03.06 и 35.04.06 «Агроинженерия» и 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», всех форм обучения

УДК 629.119
ББК 39.33-08

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2736-8

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2024

ВВЕДЕНИЕ

Поддержание автомобиля в исправном состоянии неразрывно связано с очисткой его от различных видов загрязнений, для облегчения процессов обслуживания и ремонта. Это объясняется, прежде всего, упрощением визуального осмотра узлов и агрегатов автомобиля, а также улучшением условий труда ремонтных рабочих. Немаловажное влияние имеет мойка поверхности автомобиля и для сохранности деталей и узлов автомобиля, его лакокрасочного покрытия, а также обеспечения привлекательного внешнего вида.

Данное учебное пособие направлено на систематизацию и закрепление знаний студентов по вопросам технологического процесса мойки транспортных средств, а также методики технологического расчета моечного оборудования. Приведенные методики расчета технологических и количественных параметров гидравлической установки и щеточной моечных установок, а также очистных сооружений позволят лучше уяснить обучающимся взаимосвязь между параметрами моечного оборудования, требованиями к качеству очистки и характером загрязнений.

Для лучшего понимания студентами приведенных методик пособие снабжено всеми необходимыми справочными данными, а также подробным примером расчета. Также предложено большое количество вариантов исходных данных для самостоятельного выполнения расчетов. Материал может быть использован студентами и преподавателями как при проведении практических занятий, так и при выполнении курсовых работ, связанных с определением параметров моечного оборудования.

Данное учебное пособие подготовлено в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами подготовки бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям 23.03.03 и 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и 35.03.06 «Агроинженерия» в рамках приобретения требуемых компетенций.

Предлагаемое учебное пособие поможет студентам в изучении дисциплин «Типаж и эксплуатация технологического оборудования», «Технологическое оборудование автотранспортных предприятий», «Основы проектирования технологического оборудования», «Пути развития технологического оборудования», «Надежность и ремонт машин» и «Технология обслуживания и ремонта машин». Освоение представленного материала позволит студентам эффективнее решать профессиональные задачи, связанные с расчетом параметров технологического оборудования для мойки автомобилей и его эксплуатации.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УБОРОЧНО-МОЕЧНЫХ РАБОТ

1.1. Общие сведения об уборочно-моечных работах

Моечно-очистные работы являются достаточно трудоемкими и составляют значительную долю от общей трудоемкости уборочно-моечных работ. Проведение данного вида работ является обязательным перед операциями ТО-1 и ТО-2, а также ремонта, кроме того, работы по мойке и очистке транспортных средств проводятся регулярно и для поддержания привлекательного внешнего вида.

Вопрос механизации и автоматизации моечно-очистных работ на данный момент является не до конца решенным. Если при внешней мойке автомобилей с простой геометрией кузова широко используется автоматизация, то при мойке транспортных средств со сложной геометрией кузова и очистке узлов и агрегатов автомобилей присутствует большая доля ручного труда.

Качество моечных работ определяется толщиной остаточного слоя загрязнений, чем толще этот слой, тем меньше проще и быстрее осуществляется процесс мойки и очистки. Классификация видов загрязнений приведена на рис. 1.

Наиболее сложными с точки зрения очистки являются смешанные загрязнения. Неорганические загрязнения, как правило, покрывают поверхность кузова сверху и относительно легко удаляются.

В общем случае, в автотранспортном предприятии технологический УМП содержит 5 этапов, приведенных на рис. 2. В зависимости от этапа технологического процесса ТО и ремонта ряд из приведенных на рис. 2 пунктов может отсутствовать. Характер загрязнений также определяет способ и средства их удаления.

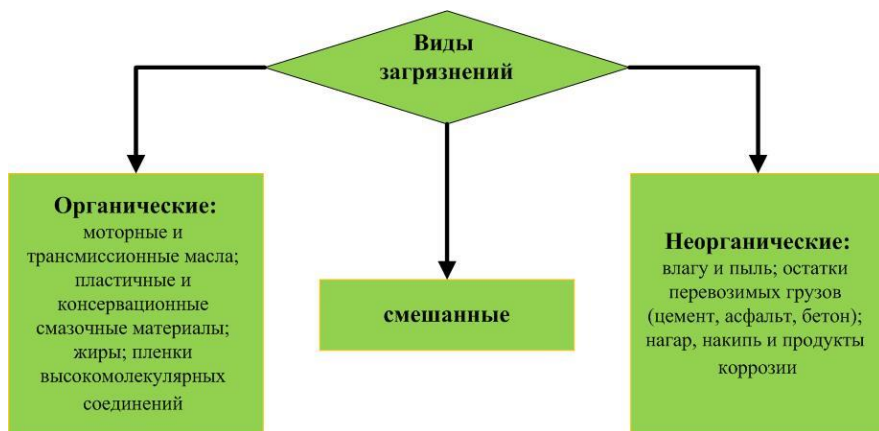


Рис. 1. Виды загрязнений

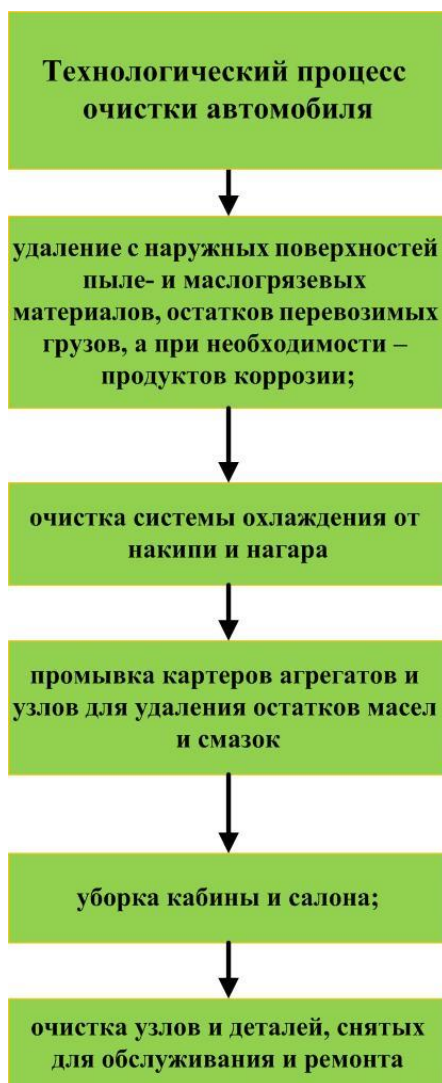


Рис. 2. Общий вид технологического процесса мойки автомобиля в АТП

Задачей любого способа удаления загрязнения с поверхности является устранение или уменьшение адгезионных сил, действующих между очищаемой поверхностью и загрязнением. Для удаления сложных загрязнений применяют последовательно или одновременно несколько способов очистки. Укрупненно их можно разделить на два основных способа – механический и физико-механический (рис. 3).



Рис. 3. Способы очистки загрязнений

В зависимости от сложности удаления все виды загрязнений классифицируются на три группы (рис. 4). Чем сложнее загрязнение и труднее его удалить, тем больше номер группы загрязнения. Наибольшее распространение имеют загрязнения первой группы – около 70% всех загрязнений, затем следуют загрязнения второй группы – 20% загрязнений и третья группа самые сложные загрязнения – 10%. Существуют способы очистки нескольких видов загрязнений, также есть способы, направленные только на один их вид. В большинстве случаев решающее значение имеет правильный выбор моющих средств и температуры очищающей среды. Применение подогрева воды увеличивает эффективность мойки в полтора раза, но разность температур



Рис. 4. Классификация загрязнений по сложности удаления

моющего раствора и окрашенной поверхности кузова должна быть не более 20 °С. Применяются моющие средства типа Лабомид-203; МЛ-52; МС-17; ТМС-31; вертолин-74; олинол-1; ОСА; АМ-15, Темп, которые содержат смягчители воды, ингибиторы коррозии. Для активизации процесса мойки применяют также и абразивные частицы различной природы, начиная от пузырьков воздуха и заканчивая полимерными частицами.

1.2. Классификация оборудования для уборочно-моющих работ

Уборка салонов автомобилей чаще всего проводится при помощи пылесосов различной производительности. На уборку салона приходится до 35% всей трудоемкости уборочно-моющих работ.

Условно можно разделить все виды пылесосов по степени подвижности на четыре группы. Первая группа – это переносные автомобильные пылесосы, отличающиеся малыми габаритами, позволяющими возить его с собой и небольшой мощностью с питанием от бортовой сети автомобиля. Применяются автовладельцами для уборки салона своего личного автомобиля. Второй

тип – полноценный классический пылесос небольшой массы, но без колес – носимый, большие габариты не позволяют возить его с собой, может применяться как для уборки личного автомобиля, так и для уборки в небольших СТО для легковых автомобилей. Для автомобилей грузовых и автобусов используют пылесосы третьей группы, имеющие большую мощность и массу, отличаются наличием колес – передвижные или мобильные. Стационарные пылесосы имеют хорошую силу всасывания, применяются на пунктах мойки и уборки легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

В зависимости от способа осуществления мойки можно выделить ручную, механизированную и комбинированную.



Рис. 5. Классификация пылесосов по степени перемещения в пространстве

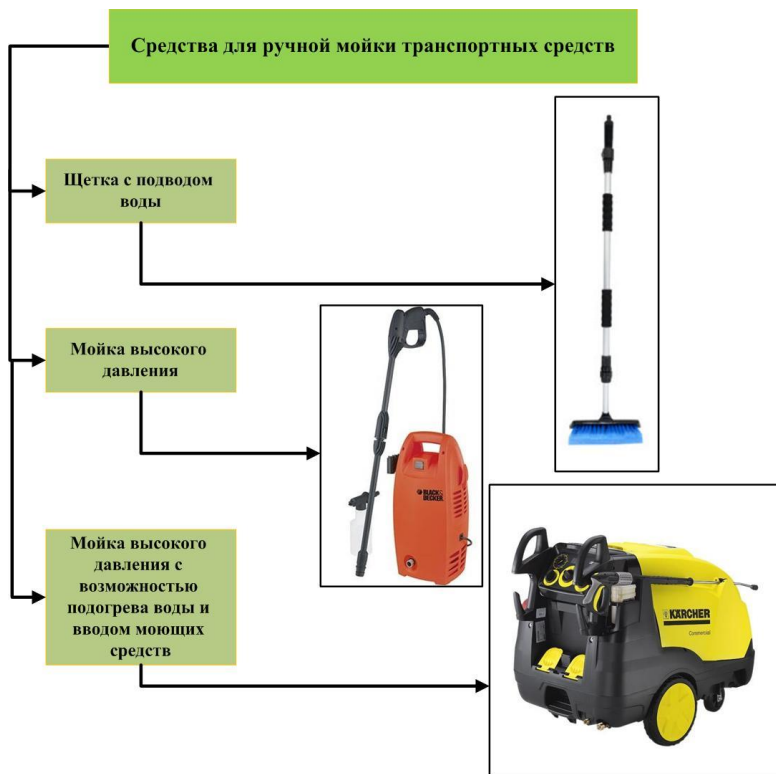


Рис. 6. Общий вид средств осуществления ручной мойки

Ручная мойка осуществляется при помощи струй воды низкого (0,2... 0,4 МПа) или высокого давления (1...3 МПа). Общий вид средств осуществления ручной мойки приведен на рис. 6.

Наибольшее распространение имеют мойки высокого давления. Их применяют для выполнения всего цикла мойки транспортных средств, а также как вспомогательное средство для добывания труднодоступных мест автомобиля. Подобные мойки выпускаются в настоящее время большим количеством фирм (фирмы Nilfisk, KARCHER, Daewoo, BOSCH RYOBI, ЗУБР, Интеркол, Hammer, Huter, STURM и др.) и имеют сходное устройство, незначительно различаясь в эксплуатационных характеристиках.

Механизированная мойка может осуществляться принципиально двумя способами – первый – бесконтактный, когда на поверхность не воздействует ничего, кроме моющего раствора, и второй – контактный – кроме моющего раствора, выступающего в качестве смазки и катализатора удаления загрязнений, на поверхность мойки воздействуют механически при помощи нитей щеток или при помощи влажных полотнищ или лент. Чаще, для большей эффективности сочетают оба этих способа.

Применение бесконтактного способа позволяет эффективнее устранять загрязнения в труднодоступных местах, может применяться для транспортных средств с сложной формой кузова, нет прямого контакта с лакокрасочным покрытием, что исключает его повреждение при правильном выборе режимов работы оборудования, но имеет большой расход воды (1200...3000 л на 1 грузовой автомобиль) и невысокое качество мойки. Существенный плюс – простота конструкции и небольшая металлоемкость.

Второй способ с применением вращающихся щеток обеспечивает минимальный расход воды, высокое качество мойки, но интенсивность воздействия на лакокрасочное покрытие существенно выше, есть риск его повреждения. Данный способ не получится применить для мойки автомобилей со сложной формой кузова, для труднодоступных мест, также недостатком является значительная сложность конструкции и более высокая стоимость установок относительно бесконтактных моек такого же назначения.

На автоматизированных моечных линиях, да и не только на них, используют комбинированный способ мойки, когда там, где это возможно и целесообразно, применяют контактные моечные установки, а для сложных участков автомобилей применяют бесконтактные моечные установки (например, мойка днища автомобиля и колесных арок).

Рассмотрим более подробно некоторые существующие модели моечного оборудования. Определенный интерес представляют мобильные щеточные моечные установки с электроприводом или с двигателем внутреннего сгорания (рис. 7). Особенностью данных установок является возможность их применения на открытых площадках или в ремонтных боксах без необходимости



а)



б)

Рис. 7. Общий вид мобильных щеточных установок:

- а – мобильная щеточная установка с электроприводом RBS 6012;
б – мобильная щеточная установка с ДВС ITECO TRUCK WASH 500D

каких-либо монтажных работ. Необходима только ровная площадка с системой сбора и очистки сточных вод и источник энергии, а в случае с щеткой ITECO TRUCK WASH 500D и этого не нужно. Моющие средства и вода направляются в баки самой установки. Применение таких установок оправдано для транспортных средств с обтекаемой формой кузова – автобусы, тентованные прицепы. Качество мойки во многом будет зависеть от навыков оператора, есть вероятность повреждения зеркал и лакокрасочного покрытия автомобиля.

Следующей разновидностью моечных установок являются порталные моечные установки, отличительной особенностью которых является наличие подвижного портала со щетками (рис. 8) или моечными рамками (рис. 9), или и тем и другим одновременно (рис. 10). В процессе мойки автомобиль является неподвижным, а портал с рабочими органами совершает возвратно-поступательные движения вдоль автомобиля, соответствующие выбранному алгоритму технологического процесса.

Дополнительно порталные мойки комплектуются феном для обдувки и сушки автомобиля от остатков влаги.



Рис. 8. Общий вид порталной щеточной мойки СВ-1 Есо

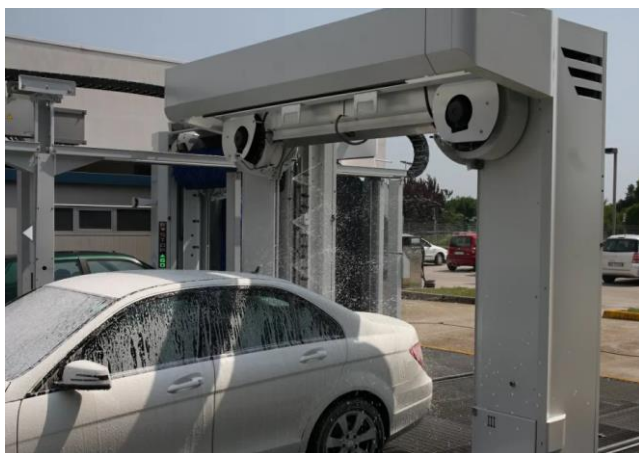


Рис. 9. Бесщеточный порталный робот высокого давления FREETOUCH



Рис. 10. Комбинированная порталная мойка SoftCare 2 Pro Touchless

Одним из современных направлений совершенствования конструкции моечного оборудования является разработка и применение моек с подвесной Г-образной консолью (рис. 11). Автомобиль при таком способе мойки остается неподвижным, а вокруг него перемещается Г-образная консоль, закрепленная на потолке помещения и имеющая возможность перемещения в двух плоскостях. Управление перемещением консоли осуществляется по заложенной программе с учетом модели автомобиля и выбранных режимов мойки.

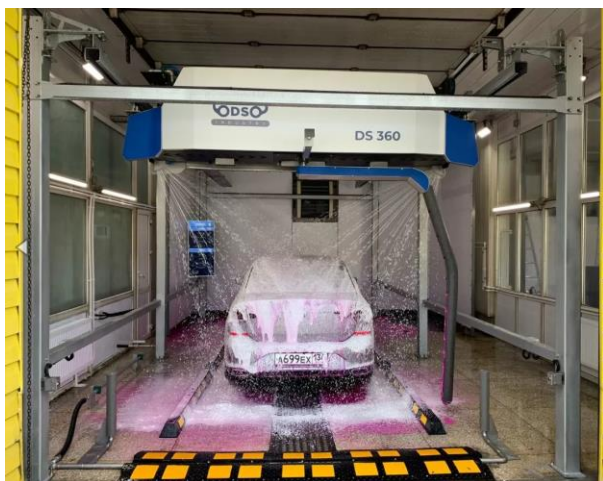


Рис. 11. DS 360 робот-мойка с одной Г-образной консолью

Наиболее производительными, с точки зрения степени автоматизации и механизации, являются порталные моечные установки (рис. 12). В данных моечных установках автомобиль постепенно перемещается от одного моечного участка к другому. Перемещение может происходить своим ходом, что нежелательно из-за невозможности обеспечить постоянную скорость передвижения и оптимальное расстояние от моющих устройств или при помощи конвейера, обеспечивающего постоянную поступательную скорость и высокое качество мойки с минимизацией возможности повреждения ЛКП, стекол, зеркал и элементов тюнинга транспортного средства. Такие моечные комплексы могут иметь различные участки для реализации разных этапов технологического процесса мойки транспортного средства (рис. 12).



Рис. 12. Туннельная мойка Washtec SL2 Compact (14,49 м)

Существенным недостатком таких комплексов является высокая стоимость и необходимость большой площади помещения для размещения оборудования. Применение такого моечного комплекса целесообразно при большом потоке транспортных средств. Так, производительность туннельной мойки Washtec SL2 Compact (14,49 м) может достигать до 42 автомобилей в час.

Конструкция моечного оборудования непрерывно совершенствуется по нескольким направлениям, приведенным на рис. 13.

Каким бы ни было моечное оборудование, в нем присутствуют элементы гидравлических моечных установок, щеточных установок, а также ни один моечный комплекс не обходится без комплекса очистных сооружений. Далее рассмотрим основные методики расчета качественных и количественных показателей выше названных элементов моечного оборудования с примером расчета на базе туннельной моечной установки.



Рис. 13. Перспективные направления совершенствования конструкции моечного оборудования

2. КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК

2.1. Конструктивные особенности и устройство гидравлических рамок моечных установок

Моющие и смачивающие рамки для мойки автомобилей представляют собой трубопровод, с расположенными на нем с определенным шагом соплами.

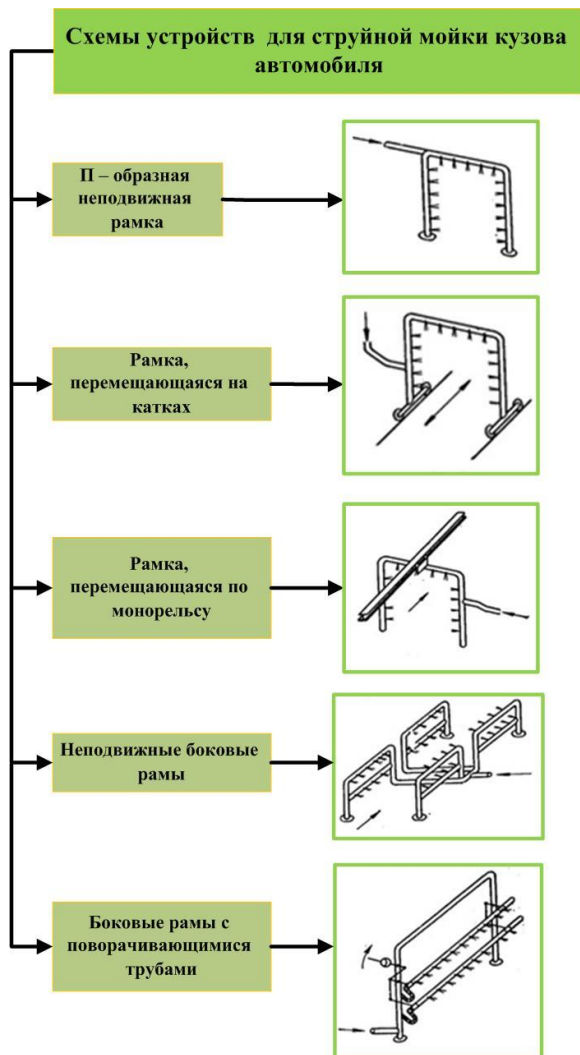


Рис. 14. Конструктивные решения моечных установок для кузова автомобиля

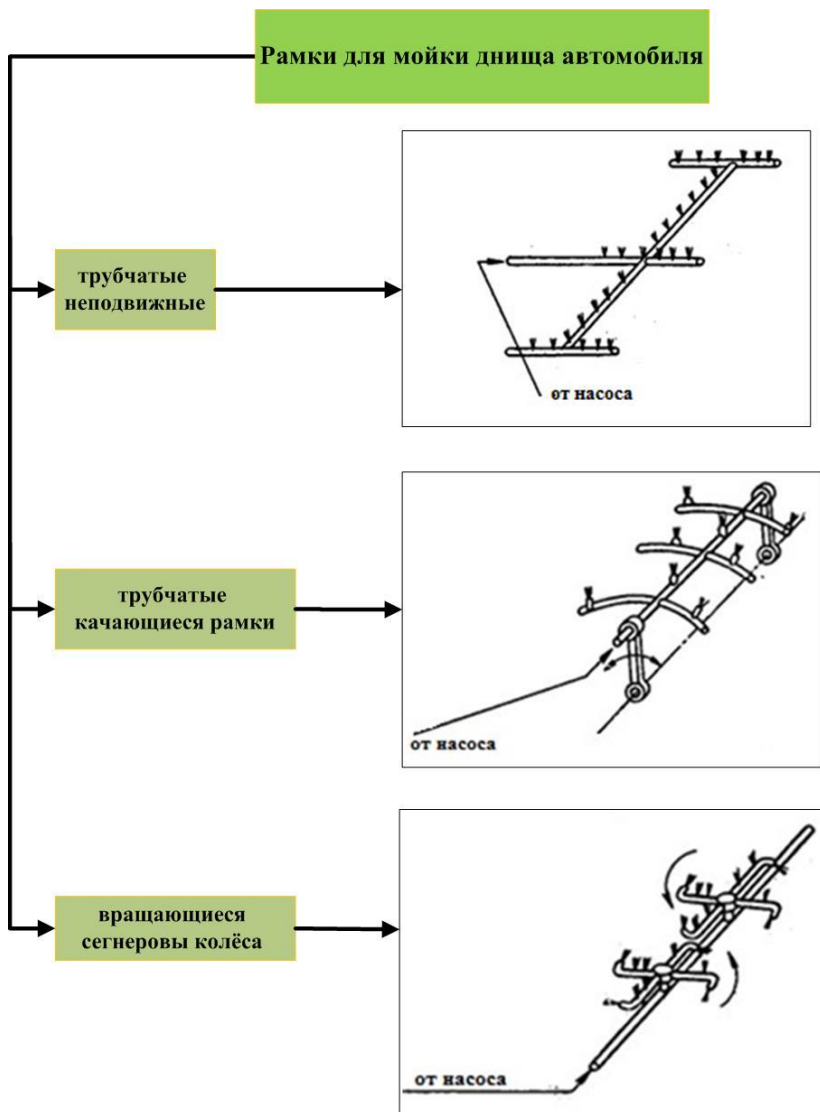


Рис. 15. Конструктивные решения моечных установок для днища автомобилей

По виду омываемой поверхности рамки можно разделить на рамки, предназначенные для мойки кузова автомобиля (рис. 14) и днища автомобиля (рис. 15). Бесконтактный способ мойки при помощи гидрантов используется для мойки кузова автомобилей со сложной поверхностью, а также рамки с гидрантами используются для смачивания поверхности и нанесения мою-

щих растворов. Стационарные и подвижные П-образные рамки используются при мойке кузова, чаще всего, для смачивания и ополаскивания кузова, нанесения моющих средств. Развитием подвижных рамок с перемещением по монорельсу стали роботизированные мойки с Г-образной рамкой, перемещающейся в двух плоскостях (рис. 11). Мойка здесь также осуществляется при помощи струи воды, а подвижная рамка выполняет все операции за несколько проходов. Применяются сейчас также и подвижные П-образные рамки на монорельсе. Неподвижные боковые рамки используются для целенаправленной очистки наиболее загрязненных участков кузова – пороги, низ дверей, арки, колеса. Широко используются в порталных и туннельных моечных установках также поворотные подвижные рамки. Их применяют для непосредственной мойки, а также для нанесения моющих растворов на верхнюю часть кузова. В ряде случаев используют также и вращающиеся форсунки для лучшей очистки поверхности кузова.

Для мойки днища используется только бесконтактный способ, что объясняется сложной формой поверхности и невозможностью применения там щеточных установок, оправдано это и более низкими требованиями к качеству очистки поверхности днища. Наиболее простыми по конструкции являются неподвижные моющие рамки с соплами, их применяют как для мойки днища автомобиля, так и для мойки и смачивания кузова. Чаще всего моечные рамки для днища устанавливают на въезде автомобиля на участок мойки, обеспечивая удаление основной части загрязнений с днища, арок, колес и порогов автомобиля (рис. 16).



Рис. 16. Трубчатая неподвижная моющая рамка на въезде в помещение мойки

Для повышения эффективности работы гидравлических моечных установок применяют установки с изменяющимся углом встречи струи с поверхностью. Это достигается применением качающихся рамок и вращающихся (сегнеровы колеса) форсунок. Такие конструктивные решения позволяют повысить качество мойки, но усложняют конструкцию установки, снижая ее надежность.



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 17. Конструктивные решения моек днища:

а – внешний вид мобильной мойки днища с вращающимися соплами;

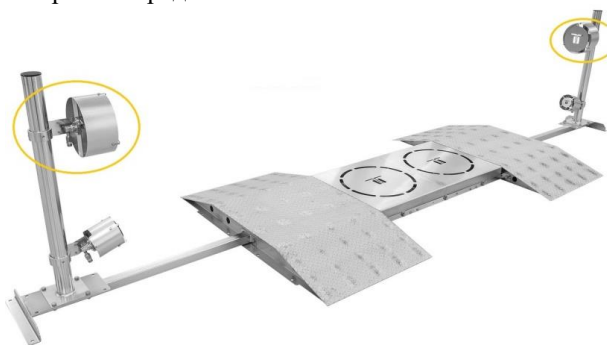
б – мобильная мойка днища с вращающимися соплами в работе;

в – стационарная мойка днища с вращающимися соплами;

г – мойка днища с качающимися соплами; *д* – мобильная мойка днища

Возможны варианты стационарные (рис. 17, в, з) и мобильные (рис. 17, а, б, д), причем автомобиль в процессе мойки может быть как подвижным (рис. 17, а, б, д), так и неподвижным (рис. 17, д). Мобильные версии отличаются простой конструкции и невысокой стоимостью, но требуют больше трудозатрат, а также привлечения оператора для передвижения самой установки, не под каждым автомобилем можно разместить данные устройства из-за их относительно большой высоты, также есть риск повреждения кузова автомобиля оператором при выполнении операций по перемещению устройства под автомобилем. Такие установки целесообразно использовать при небольшом объеме моечных работ.

Определенный интерес представляет условно мобильная моечная установка Mosmatic для днища и боковин автомобиля (рис. 18). Ее можно расположить как на открытой площадке, а так и в помещении, обеспечив подвод воды и сбор сточных вод. Для повышения качества мойки в данной установке удаление загрязнений проводится при помощи струй, создаваемых вращающимися форсунками, причем данная установка имеет три симметрично расположенных моечных узла для мойки днища, порогов и боковин кузова транспортного средства.



а)



б)

Рис. 18. Моечная установка «Mosmatic»:

а – внешний вид; б – форма струй в процессе работы

Конструктивно моющие рамки могут быть выполнены различно, их конструкции совершенствуется непрерывно, но общие подходу расчету гидрантов идентичны. Ниже рассмотрим методику расчета основных параметров гидравлических узлов моечных установок.

2.2. Расчет гидрантов

1. Определяем для насадка заданной формы коэффициенты расхода μ и скорости φ по таблице прил. ПЗ.

2. Определяем скорость истечения воды из моющих рамок и рамок смачивания, ополаскивания и из консолей для подвода жидкости к щеткам по формулам соответственно:

$$V_{\text{XM}} = \varphi \sqrt{(196gP_{\text{HM}})} ; \quad (1)$$

$$V_{\text{XC}} = \varphi \sqrt{(196gP_{\text{HCO}})} ; \quad (2)$$

$$V_{\text{XO}} = \varphi \sqrt{(196gP_{\text{HCO}})} ; \quad (3)$$

$$V_{\text{XK}} = \varphi \sqrt{(196gP_{\text{HCO}})} , \quad (4)$$

где P_{HM} – давление воды в моющей рамке, МПа; $P_{\text{HC}}, P_{\text{HO}}, P_{\text{HK}}$, – давление в рамках смачивания, ополаскивания и в консолях, МПа.

Если давление неизвестно, а задан напор в метрах водяного столба, то можно считать, что 1 МПа = 101,97 м напора водяного столба.

Давление воды $P_{\text{HC}}, P_{\text{HO}}, P_{\text{HK}}$ во вспомогательных рамках не превышает, как правило, 0,25, ..., 0,5 МПа, и расход через них невелик. Для подачи воды к моющим рамкам используются насосы с давлением до 5,0 МПа, а скорость жидкости на выходе из насадка может достигать 30...90 м/с.

3. Определяем среднее расстояние от насадков до омываемой поверхности X в соответствии со схемой свободного истечения струи (рис. 19). Струя в воздушной среде постепенно теряет структуру и ударную силу.

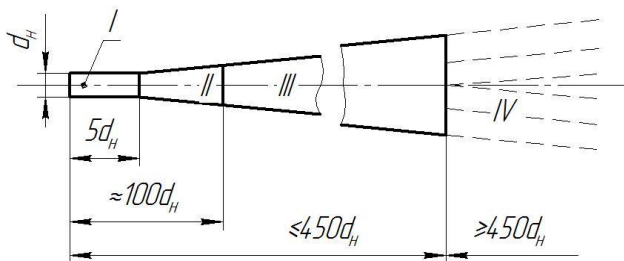


Рис. 19. Схема свободного истечения струи

Выделяют 4 участка течения струи:

I – компактный, длина его равна примерно $5d_n$. Скорость жидкости примерно равна скорости в насадке.

II – участок перехода длиной до $100d_n$. Здесь начинается торможение струи за счет трения воды о воздух. Скорость воды в центре струи примерно равна скорости в насадке. Диаметр поперечного сечения струи на расстоянии $100d_n$ составляет примерно $4d_n$.

III – участок установившегося потока. Здесь происходит расширение струи и ее аэрация. Длина участка $(100...450)d_n$, а угол при вершине расширяющегося конуса струи составляет около 10° .

IV – участок разрушения струи. Скорость струи падает до $0,3...0,5$ м/с, и она распадается.

Третий участок струи является рабочим в струйных и струйно-щеточных установках.

В этом случае:

$$X = (100...450)d_n, \quad (5)$$

где d_n – диаметр отверстия насадка, м.

Диаметр насадков на практике выполняют в пределах $(3,5...8) \cdot 10^{-3}$ м, так как при меньшем диаметре насадки быстро засоряются. Кроме того, тонкая струя обладает малой устойчивостью при полете в воздухе и быстро распадается. Лучшая форма насадков – коноидальная. Но из-за сложности их изготовления чаще используют конические или цилиндрические насадки.

4. Проверяем условие удаления загрязнений струей:

$$P_x \geq F_m, \quad (6)$$

где P_x – гидродинамическое давление на расстоянии X от насадка; F_m – максимальная сила сцепления между частицами загрязнения и поверхностью.

Гидродинамическое давление на расстоянии X от насадка, Н:

$$P_x = \rho_x V_{xm} \sin \alpha, \quad (7)$$

где ρ_x – средняя плотность жидкости на расстоянии X от насадка, кг/м^3 ; α – угол между струей и омываемой поверхностью $\alpha = 90^\circ$.

Средняя плотность жидкости на расстоянии X от насадка, кг/м^3 ,

$$\rho_x = \frac{\rho_n}{k}, \quad (8)$$

где k – коэффициент аэрации; ρ_n – плотность жидкости на выходе из насадка (для воды $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$)

$$k = \frac{S_x}{S_n}, \quad (9)$$

где S_x – площадь сечения струи в момент ее соприкосновения с омываемой поверхностью; S_n – площадь отверстия насадка, м^2 ;

$$S_{\text{н}} = \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4}. \quad (10)$$

Площадь сечения струи в момент ее соприкосновения с омываемой поверхностью представляет собой площадь основания усеченного конуса струи на III участке (рис. 20) и определяется по выражению

$$S_{\text{х}} = \frac{\pi D_{\text{к}}^2}{4}. \quad (11)$$

Диаметр основания конуса определится выражением

$$D_{\text{к}} = 4d_{\text{н}} + 2L \operatorname{tg}(\beta/2). \quad (12)$$

Если $\beta/2 = 5^\circ$, то после преобразований получим

$$D_{\text{к}} = 0,174X - 13,4d_{\text{н}}. \quad (13)$$

Максимальная сила сцепления между частицами загрязнения и поверхностью определяется выражением

$$F_{\text{м}} = \frac{\pi\sigma}{2D_3} \left(\frac{1}{W} - 1 \right), \text{ Н}, \quad (14)$$

где σ – поверхностное натяжение воды, Н/м (для чистой воды $\sigma = 0,073$ Н/м); D_3 – диаметр частиц загрязнений (для легковых автомобилей – $(10...30) \cdot 10^{-6}$ м, а для грузовых и автобусов – $(25...300) \cdot 10^{-6}$ м. Для практических расчетов можно принимать $D_3 = (20...80) \cdot 10^{-6}$ м; $W = 0,2$ – влажность загрязнений при условии постоянного смачивания.

Поверхностное натяжение можно снизить применением подогретой воды или синтетической моющей жидкости. Так, синтетическая моющая жидкость «Прогресс» уменьшает поверхностное натяжение до $\sigma = 0,034$ Н/м.

Проверяем условие (6), если оно не выполняется, то для обеспечения выполнения условия удаления загрязнений можно предусмотреть следующие мероприятия:

1. Уменьшить расстояние X от насадков до омываемой поверхности с тем, чтобы увеличить плотность аэрированной жидкости, а, следовательно, и гидродинамическое давление.

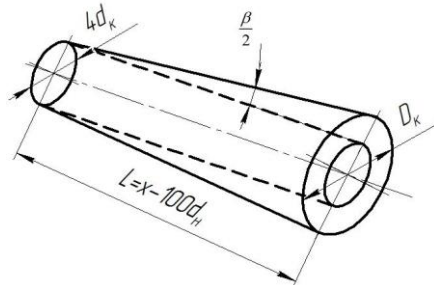


Рис. 20. К расчету площади основания моющей струи

2. Увеличить средний диаметр частиц загрязнений, ухудшив тем самым в допустимых пределах качество струйной мойки.

3. Уменьшить поверхностное натяжение моющей жидкости за счет ее подогрева и применения моющих средств.

Если перечисленные выше способы не обеспечивают выполнения условия удаления загрязнений, то изменяют параметры моечной установки – увеличивают давление в моющей рамке, изменяют диаметр отверстия насадка.

После того, как условие будет выполнено, продолжаем расчет.

5. Определяем значение толщины пограничного слоя. Качественная мойка на струйных установках должна обеспечивать минимальную толщину пограничного слоя, не большую, чем средняя величина частиц загрязнений. Ориентировочно

$$S = 0,346 \sqrt{\frac{vX}{\varphi \sqrt{196P_{\text{HM}} g}}}, \quad (15)$$

где v – кинематическая вязкость воды, м /с (при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $v = 10^{-6} \text{ м}^2 /\text{с}$); φ – коэффициент скорости, зависящий от профиля сопла насадка; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести; P_{HM} – давление воды в моющих рамках, МПа.

6. Определяем размер зоны действия касательных сил. В момент встречи струи с поверхностью образуется зона, в которой возникают нормальные и касательные силы.

Наиболее активное разрушение загрязнений производится касательными силами в зоне радиусом R_{M} , м (рис. 21).

$$R_{\text{M}} = d_{\text{H}} \cdot 0,56 \left(\sqrt{196P_{\text{HM}}} \frac{d_{\text{H}}}{v} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{\text{XM}}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_{\text{H}}} \right)^{-0,03}. \quad (16)$$

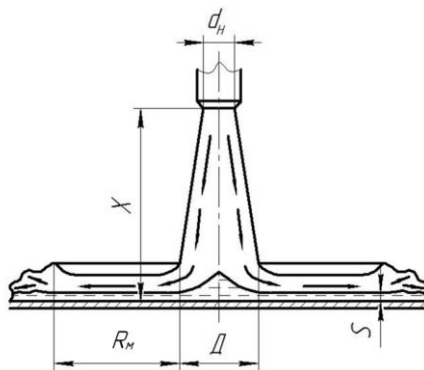


Рис. 21. Основные параметры струи:

d_{H} – диаметр отверстия насадка; X – расстояние до омываемой поверхности;

S – толщина пограничного слоя; R_{M} – радиус действия касательных сил;

D – диаметр основания конуса струи

Зоной действия касательных сил и ограничивается зона очистки гидравлическими струями. Далее жидкость произвольными потоками стекает с поверхности. Необходимо стремиться, чтобы очищаемая поверхность одновременно или последовательно попала в зону, ограниченную радиусом R_m .

Перекрытие площадей соседних зон должно быть в пределах $0,25 \dots 0,30 D_m^*$.

Диаметр моющей зоны:

$$D_m^* = 2R_m + D_k, \text{ м}, \quad (17)$$

где $D_k = 0,174X - 13,4d_H$, м.

Окончательное значение диаметра моющей зоны с учетом перекрытия:

$$D_m = D_m^* (1 - k), \text{ м}, \quad (18)$$

где $k = 0,25 \dots 0,3$ – коэффициент перекрытия моющей зоны.

В рамках смачивания и ополаскивания, а также консолях давление моющей жидкости меньше, чем в моющих рамках, следовательно, радиус моющей зоны будет иным, тогда данный радиус для этих рамок и консоли составит с учетом формулы (16) и обозначений:

$$R_c = d_H 0,56 \left(\sqrt{196P_{nc}} \frac{d_H}{v} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{xc}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_H} \right)^{-0,03}; \quad (19)$$

$$R_o = d_H 0,56 \left(\sqrt{196P_{no}} \frac{d_H}{v} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{xo}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_H} \right)^{-0,03}; \quad (20)$$

$$R_k = d_H 0,56 \left(\sqrt{196P_{nk}} \frac{d_H}{v} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{xk}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_H} \right)^{-0,03}. \quad (21)$$

Диаметр зоны смачивания для:

– рамок смачивания:

$$D_{mc} = (2R_c + D_k)(1 - k), \text{ м}; \quad (22)$$

– рамок ополаскивания:

$$D_{mo} = (2R_o + D_k)(1 - k), \text{ м}; \quad (23)$$

– консолей:

$$D_{mk} = (2R_c + D_k)(1 - k), \text{ м}. \quad (24)$$

7. Определяем количество распылителей. Для расчета требуемого количества распылителей необходимо определить линейные размеры рамок и консолей и их количество. Количество рамок и их расположение определяются в соответствие с вариантом. Примерная схема моющего узла установки приведена на рис. 22.

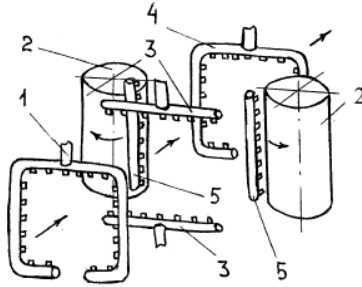


Рис. 22. Примерная схема моещего узла установки:

1 – рамка смачивания; 2 – щетка; 3 – рамка моющая; 4 – рамка ополаскивания; 5 – консоль

В зависимости от исходных данных в приведенную схему могут добавляться или удаляться некоторые элементы – горизонтальная щетка, верхняя моющая рамка и т.д.

Длина моющей рамки равна ширине транспортного средства (ТС) – $L_{рм}$, если оно моется струями только снизу или сверху. Длина консолей для подачи воды к вертикальным ротационным щеткам, при их наличии, равна максимальной высоте ТС – $L_{к}^в$, а длина горизонтальной консоли, при ее наличии, ширине ТС – $L_{к}^г$, м.

Рамки смачивания и ополаскивания состоят из двух симметричных половин. Длина рамок смачивания $L_о$ и ополаскивания $L_{см}$ равна периметру ополаскиваемой и смачиваемой поверхности плюс необходимо учитывать величину X – расстояние от рамки до поверхности кузова.

$$L_о = L_{см} = 2B_{тс} + 2H_{тс} + 8X, \text{ м.} \quad (25)$$

Если автомобиль ополаскивается и смачивается не со всех сторон, то длину рамок смачивания и ополаскивания необходимо корректировать с учетом расчетной схемы.

Количество насадков в моющей рамке

$$n_{м} = \frac{L_{рм}}{D_{м}}. \quad (26)$$

Округляем количество насадков моющей рамки в большую сторону и принимаем окончательно их количество.

Число распылителей в вертикальной консоли:

$$n_{к}^в = \frac{L_{к}^в}{D_{мк}}. \quad (27)$$

Округляем число распылителей в вертикальной консоли в большую сторону и принимаем окончательно их количество.

Число распылителей в горизонтальной консоли:

$$n_{\text{к}}^{\Gamma} = \frac{L_{\text{к}}^{\Gamma}}{D_{\text{МК}}}. \quad (28)$$

Округляем число распылителей в горизонтальной консоли в бóльшую сторону и принимаем окончательно их количество.

Число распылителей в рамке смачивания

$$n_{\text{сМ}} = \frac{L_{\text{сМ}} - 4X}{D_{\text{Мс}}}; \quad (29)$$

– ополаскивания:

$$n_{\text{o}} = \frac{L_{\text{o}} - 4X}{D_{\text{Мо}}}. \quad (30)$$

Округляем число распылителей в рамках смачивания и ополаскивания в бóльшую сторону и принимаем окончательно их количество.

8. Определяем расход жидкости через насадки по формуле

$$Q = fn\mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{н}}}, \quad (31)$$

где n – число насадков; μ – коэффициент расхода; f – коэффициент запаса расхода ($f = 1,2$).

Расход жидкости через одну моющую рамку, м³/с:

$$Q_{\text{Мр}} = f n_{\text{М}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{нМ}}}, \quad (32)$$

Расход жидкости через рамку смачивания:

$$Q_{\text{сМ}} = f n_{\text{сМ}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{нс}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (33)$$

Расход жидкости через рамку ополаскивания:

$$Q_{\text{o}} = f n_{\text{o}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{но}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (34)$$

Через вертикальную консоль:

$$Q_{\text{к}}^{\text{В}} = f n_{\text{к}}^{\text{В}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{нк}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (35)$$

Через горизонтальную консоль:

$$Q_{\text{к}}^{\Gamma} = f n_{\text{к}}^{\Gamma} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196g P_{\text{нк}}}, \quad \text{м}^3/\text{с}. \quad (36)$$

Общий расход воды:

$$Q = z_{\text{к}}^{\text{В}} Q_{\text{к}}^{\text{В}} + z_{\text{к}}^{\Gamma} Q_{\text{к}}^{\Gamma} + z_{\text{o}} Q_{\text{o}} + z_{\text{сМ}} Q_{\text{сМ}} + z_{\text{Мр}} Q_{\text{Мр}}, \quad (37)$$

где z_k^B , z_k^r , z_o , z_{cm} , z_{mp} – соответственно количество консолей вертикальных, горизонтальных, рамок смачивания, ополаскивания и моющих, шт.

По величине производительности на участках подбираем необходимый внутренний диаметр труб из условия, что скорость потока жидкости не должна превышать рекомендованной скорости $v_{ж}$ в зависимости от назначения трубопровода:

- для всасывающего отрезка трубопровода $v_{ж} = 0,5...2,0$ м/с;
- в напорной части трубопровода $v_{ж} = 4...10$ м/с;
- для сливного трубопровода $v_{ж} = 1,5...2,0$ м/с.

Обычно скорость потока не превышает 4 м/с.

Задавшись скоростью потока $v_{ж}$, по рекомендациям рассчитывают минимально возможный внутренний диаметр трубопровода для i -го участка:

$$d_i^{\min} = \sqrt{\frac{4Q_i}{\pi v_{ж}^2}}, \text{ мм}, \quad (38)$$

где Q_i – подача на рассматриваемом участке, м³/с.

$$\delta_i^{\min} = \frac{p_i d_i^{\text{TP}}}{2[\sigma_{\text{TP}}]}, \text{ мм}, \quad (39)$$

где p_i – давление в магистрали, МПа; $[\sigma_{\text{TP}}]$ – допустимое напряжение при растяжении материала трубопровода, МПа (для стали $[\sigma_{\text{TP}}] = (20...140)$ МПа).

Внутренний диаметр трубопровода d_i^{TP} и толщину стенки δ_i^c для i -го участка принимают из стандартного ряда размеров по ГОСТ 3262–75 (прил. П4) или по ГОСТ 8734–75 с учетом результатов расчета по формулам (38), (39). Рационально принимать единый диаметр труб для всех рамок.

2.3. Гидравлический расчет

Целью гидравлического расчета является подбор насоса и двигателя, обеспечивающих необходимые параметры работы мойки.

1. Определяем линейные размеры гидравлической системы мойки.

Для подачи воды используют один или несколько центробежных или вихревых насосов, если нужен большой напор при малой подаче, то применяют поршневые насосы. Примерная гидравлическая схема моечной установки в режиме максимального расхода моющей жидкости приведена на рис. 23.

Гидравлический расчет ведут при работе мойки на максимальном расходе и напоре. Чаще всего режим работы гидравлической части туннельной мойки осуществляется следующим образом: сначала вода будет подаваться одновременно в рамку смачивания и моющие рамки, затем в моющие консоли, а в конце мойки только в рамки ополаскивания. При такой последова-

тельности режим наибольшего нагружения будет при работе рамки смачивания и моющей рамки. Для конкретной схемы работы следует вычертить гидравлическую схему работы установки с учетом имеющихся участков и при наибольшей нагрузке насоса.

В соответствии с рекомендациями можно принять (см. рис. 23):

$$h_b = (1..3) \text{ м}; l_1 = 3 \text{ м}; l_2 \geq 25 \text{ м},$$

а значения h_n , l_3 и l_4 вычислить:

$$h_n = h_b + X + H_k + \Delta_b, \text{ м}; \quad (40)$$

$$l_3 = l_4 = X + 0,5L_k, \text{ м}. \quad (41)$$

Диаметр трубопровода на участках 1 и 2 равен $d_1 = d_2 = d_{\max}$, на остальных участках диаметр трубопровода равен d_{\min} . Значение длин и высот участков следует округлить до десятых. Величины Δ_b и Δ_l принимаются конструктивно и зависят от способа подвода жидкости.

2. Проводим расчет потерь давления на преодоление гидравлических сопротивлений. Исходя из уравнения Бернулли, потери давления на преодоление гидравлических сопротивлений при наличии одного транзитного расхода:

$$\Delta P_i^T = \left(\sum \xi_i + \lambda_{\tau i} \frac{l_i}{d_i} \right) \frac{16 Q_i^2}{2 \pi^2 d_i^4} \rho_n \cdot 10^{-6}, \quad (42)$$

где $\sum \xi_i$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений по длине трубопровода на участке длиной l_i с диаметром трубы d_i ; $\lambda_{\tau i}$ – коэффициент потерь на трение.

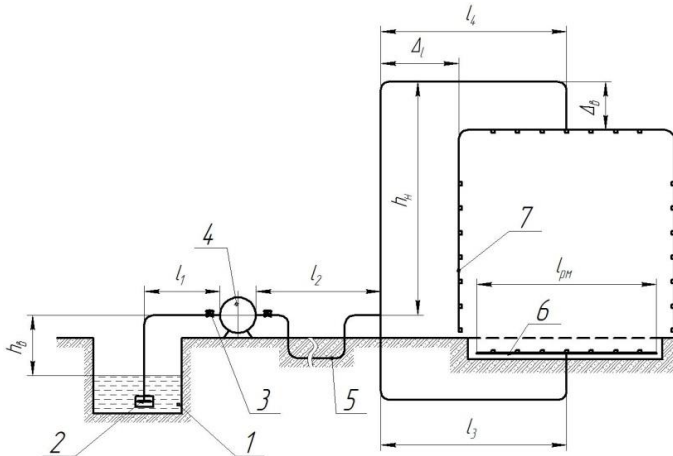


Рис. 23. Расчетная схема насосной установки:

1 – заборный колодец; 2 – сетка; 3 – задвижка; 4 – насос;
5 – трубопроводы; 6 – моющая рамка; 7 – рамка смачивания

Для водопроводных стальных труб

$$\lambda_{Ti} = 0,0125Q_i^{-0,125}. \quad (43)$$

При наличии путевого расхода:

$$\Delta P_i^n = \left(\sum \xi_i + 0,33\lambda_T \frac{l_i}{d_i} \right) \frac{16Q_i^2}{2\pi^2 d_i^4} \rho_n \cdot 10^{-6}. \quad (44)$$

Потери давления ΔP_1^T на преодоление гидравлических сопротивлений на первом участке находим в соответствии со схемой (рис. 23) и по формуле (42). На нем имеются местные сопротивления в виде сетки, всасывающего клапана, задвижки и одного колена. С достаточной для практических расчетов точностью можно считать, что для сетки $\xi = 9,7$, для всасывающего клапана – 7, для задвижки – 5,5, для колена – $\xi = 0,2$. Расход на первом участке в соответствии с принятой схемой работы установки будет равен сумме расходов через рамку смачивания и мощную:

$$Q_1 = Q_{cm} + Q_{mp}. \quad (45)$$

Диаметр трубопровода на первом участке необходимо определить с учетом формул (38) и (39) и величиной расхода Q_1 .

Потери давления ΔP_2^T на втором участке, имеющем сопротивления в виде задвижки и четырех колен, определяются в соответствии со схемой (рис. 23) и по формуле (42). Расход на втором участке в соответствии с принятой схемой работы установки также будет равен сумме расходов через рамку смачивания и мощную:

$$Q_2 = Q_{cm} + Q_{mp}. \quad (46)$$

На третьем участке поток делится, и расход будет различен, изменение расхода и напора в разных рамках одной гидросистемы достигается за счет применения нескольких насосов или специальных распределительных устройств. В таком случае потери давления при транзите воды на третьем и четвертом участках, содержащих по три колена, составят соответственно ΔP_3^T и ΔP_4^T с расчетом по формуле (42). Расход на третьем участке будет равен расходу через мощную рамку $Q_3 = Q_{mp}$, а на четвертом участке равен расходу через рамку смачивания $Q_4 = Q_{cm}$.

При протекании воды по мощней рамке и рамке смачивания часть воды будет уходить через сопла, находящиеся на них. Такой расход называется путевым.

Коэффициент сопротивления одного насадка определяется по выражению

$$\xi_n = \frac{1}{\varphi^2} - 1. \quad (47)$$

Соответственно, зная количество насадков и умножив это число на величину, определенную по формуле (31), можно найти общее сопротивление всех насадков рамки:

– для моющей рамки:

$$\xi_{\text{мр}} = n_{\text{м}} \xi_{\text{н}}; \quad (48)$$

– для рамки смачивания:

$$\xi_{\text{рс}} = n_{\text{см}} \xi_{\text{н}}. \quad (49)$$

Потери давления на рамке смачивания $\Delta P_{\text{см}}^{\text{п}}$ и моющей рамке $\Delta P_{\text{мр}}^{\text{п}}$ находятся по формуле (44), соответственно при подаче $Q_4 = Q_{\text{см}}$ и $Q_3 = Q_{\text{мр}}$. Так как принято, что подвод воды в рамки осуществляется в их центре, то к сопротивлению рамок следует добавить два местных сопротивления в виде двух колен для моющей рамки и шести колен для рамки смачивания.

Общие потери напора насоса на сопротивления составят, МПа:

$$\sum \Delta P = \Delta P_1^{\text{т}} + \Delta P_2^{\text{т}} + \Delta P_3^{\text{т}} + \Delta P_4^{\text{т}} + \Delta P_{\text{см}}^{\text{п}} + \Delta P_{\text{мр}}^{\text{п}}. \quad (50)$$

Преодолеваемое насосом установки геометрическое давление, МПа:

$$P_{\text{г}} = (h_{\text{в}} + h_{\text{н}}) \rho_{\text{н}} g \cdot 10^{-6}. \quad (51)$$

Давление насоса проектируемой установки, МПа:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{нм}} + P_{\text{нс}} + \sum \Delta P + P_{\text{г}}. \quad (52)$$

Руководствуясь давлением $P_{\text{сум}}$ и значением расхода в режиме максимальной загрузки, для выбранного режима $Q_{\text{max}} = Q_1$, по каталогу выбирают марку насоса (таблица прил. П5). Для выбора насоса переводим значение $P_{\text{сум}}$ из МПа в метры водного столба с учетом того, что 1 МПа = 101,97 м напора водяного столба. Необходимо также перевести значение максимального расхода воды из м³/с в м³/ч. После этого выбираем насос, отвечающий двум условиям:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{\text{насоса табл}} \geq P_{\text{сум}}, \\ Q_{\text{насоса табл}} \geq Q_{\text{max}}, \end{array} \right. \quad (53)$$

где $P_{\text{насосаттаб}}$ – табличное значение напора насоса, метров водного столба; $Q_{\text{насоса табл}}$ – табличное значение подачи насоса, м³/ч.

Следует подбирать насос с ближайшими большими подходящими значениями подачи и напора, допускается занижение показателей выбранного насоса на 5...10% от расчетных показателей. После выбора насоса выписывают его тип, марку, табличную подачу, напор и частоту вращения привода.

Затем осуществляется расчет мощности на привод насоса:

$$N_{\text{двиг.р}} = \frac{Q_{\text{max}} P_{\text{сум}} \cdot 10^6}{102 \eta_{\text{н}} \eta_{\text{э}} g}, \text{ кВт}, \quad (54)$$

где $\eta_{\text{н}} = 0,7$ – КПД насоса; $\eta_{\text{э}} = 0,87 \dots 0,92$ – КПД электродвигателя.

После этого выбираем электродвигатель, отвечающий двум условиям по прил. Пб:

$$\begin{cases} N_{\text{двиг. табл}} \geq N_{\text{двиг.р}}; \\ n_{\text{двиг. табл}} = n_{\text{насоса.табл}}, \end{cases} \quad (55)$$

где $N_{\text{двиг. табл}}$ – табличное значение мощности электродвигателя, кВт;
 $n_{\text{двиг. табл}}$ – табличное значение частоты вращения выбранного электродвигателя, мин^{-1} ; $n_{\text{насоса. табл}}$ – табличное значение частоты вращения привода для выбранного насоса, мин^{-1} .

Следует подбирать электродвигатель с ближайшим большим подходящим значением мощности, допускается занижение показателей выбранного двигателя на 5...10% от расчетных показателей. Частота вращения ротора должна совпадать с частотой привода выбранного насоса.

После выбора двигателя выписываем марку электродвигателя, его мощность, частоту вращения ротора, массу и КПД.

3. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЩЕТОЧНЫХ УЗЛОВ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК

3.1. Конструктивные особенности щеток для мойки автомобилей

Механическое воздействие на загрязненные поверхности с помощью щеток, прежде всего ротационных, позволяет повысить качество мойки автомобилей. Так как в щеточных установках основное удаление загрязнений проводится с помощью щеток, при расчете гидрантов рамок нет необходимости в проверке условия удаления загрязнений струями воды. Цилиндрические ротационные щетки приводятся во вращение от индивидуальных электродвигателей через редуктор, клиноременные или цепные передачи. Для мойки боковых сторон применяют две или четыре вертикальные щетки, для мойки верха кузова используют одну, реже две горизонтальные щетки.

Ворс ротационных щеток изготавливается из пластикатов на базе полиэтилена. Ворс щеток должен быть легким, прочным и гибким материалом с низкой водопроницаемостью, а также хорошим диэлектриком, иметь высокую химическую стойкость к агрессивным средам и удовлетворительную стойкость к органическим растворителям, к растворам любых солей, бензину. Обеспечивать возможность эксплуатироваться в широком интервале температур (+90 до -70°). Щетки конструктивно представляют собой полую трубу, приводимую в движение при помощи привода, с закрепленными на ней быстросъемными щеточными элементами. Внешний вид такого элемента и способ его крепления приведен на рис. 24. Данные щетки применяются для мойки кузова автомобилей и являются одним из первых видов щеток.

Более новым видом щеток являются представленные на рис. 25, которые позволяют удалить с поверхности кузова загрязнения (рис. 25, *a*) и капли воды (рис. 25, *б*), позволяя получить практически сухой автомобиль в любую погоду, заменяя фактически протираание кузова вручную. Данный вид щеток отличается материалом изготовления и формой форса.



Рис. 24. Внешний вид и способ крепления щеточного элемента для моечных установок ПМУ-1:

a – щеточный элемент; *б* – способ крепления щеточного элемента



а)



б)

Рис. 25. Внешний вид щеток Drytex и Cloth:

а – внешний вид щеток Cloth для мойки; *б* – внешний вид щетки Drytex для сушки

Одно из инновационных конструктивных решений представлено в щетках моек GranWasher (рис. 26). Ворс данных щеток изготовлен из вспененного материала, покрытого вельветом. Наружный слой задерживает только необходимое количество воды, поэтому сушка и полировка кузова происходит легко и быстро. Это также обеспечивает экономию воды и моющих средств. Еще одним отличительным свойством данных щеток является изменение цвета щеток при их износе для сигнализации о необходимости замены. Достигается это за счет стирания вельветового покрытия, имеющего цвет, отличный от цвета основы. Это запатентованная технология Favagrossa. Щетки для порталных моек «GranWasher®» производятся в пяти расцветках.

Щетки типа «Carlite», так же известные как «Softecs», «Foambrite» или «Foamtouch», фирма «Favagrossa» представила первой в мире еще в 1997 году. Материал щеток отличается надежностью и длительной работоспособностью, легкостью и водонепроницаемостью. Такой эффект достигается за счет вспененной структуры с закрытыми ячейками. Щетки Carlite® не повреждают покрытие автомобиля, что наиболее важно для новых машин.



Рис. 26. Щетки для автомобильных моек «GranWasher»

Для мойки колес щетки имеют несколько иную конструкцию и вид (рис. 27). Производитель «Favagrossa» предлагает четыре типа щеток для колес: со спиральной набивкой (рис. 27, *а*); эллиптические для колес большого диаметра (рис. 27, *б*); диаметром больше 45 см для колес диаметром 21 дюйм (рис. 27, *в*); с сегментным ворсом для высоконагруженных колес (рис. 27, *г*).



Рис. 27. Внешний вид щеток для колес фирмы «Favagrossa»:
а – со спиральной набивкой; *б* – эллиптические
в – диаметром 45 см; *г* – с сегментным ворсом

В первых трех типах предусмотрены отверстия для форсунок, подающих моющий раствор в зону мойки. Щетки с сегментным ворсом также используют для мойки порогов легковых автомобилей. Дополнительное воздействие на данную зону обусловлено ее сильной загрязненностью.

Конструкция щеток и материалы, из которых изготавливается ворс щеток, постоянно совершенствуется для улучшения эксплуатационных свойств.

Далее рассмотрим методику расчета щеточного узла.

3.2. Расчет щеточного узла моечной установки

Ниже приведена последовательность расчета щеточного узла моечной установки.

1. Определяем линейную скорость щеток, м/с:

$$V_{л} = \frac{2\pi r n}{60}, \quad (56)$$

где r – радиус щетки, м ($r = 1 \dots 1,5$ м); n – частота вращения щетки, мин^{-1} , $n = (150 \dots 200) \text{ мин}^{-1}$.

2. Определяем скорость перемещения конвейера мойки:

$$6 \leq V_{к} = \frac{2\pi r n}{i} \leq 9, \text{ м/мин}, \quad (57)$$

где $i = 110 \dots 130$ – наиболее эффективное соотношение между скоростью вращения щеток и скоростью передвижения автомобиля. Скорость перемещения рекомендуют принимать от 6 до 9 м/мин.

Если скорость конвейера получилась больше рекомендованной, то необходимо скорректировать частоту вращения щеток и(или) их радиус.

3. Определяем площадь деформируемой части щетки:

$$S_c = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{r^2 \sin \alpha}{2}, \text{ м}^2, \quad (58)$$

где α – центральный угол работающего сектора щетки, °. Примем равным $\alpha = 60^\circ$.

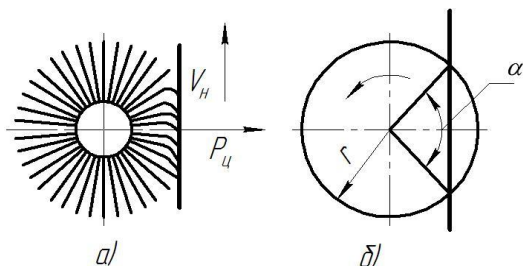


Рис. 28. К расчету привода щеток:

a – схема работы щетки; b – деформация щетки

Нити щетки при ее вращении занимают веерообразное положение (рис. 28, а) за счет действия центробежных сил. При работе установки ротационные щетки прижимаются к очищаемой поверхности с помощью пружин, пневматических или гидравлических цилиндров, а также посредством противовесов.

4. Определяем массу нитей, подверженных деформации на вертикальной щетке m^B , и массу нитей, подверженных деформации на горизонтальной щетке $m^Г$ по выражениям:

$$m^B = S_c h^B \rho_{щ} K_n, \text{ кг}; \quad (59)$$

$$m^Г = S_c h^Г \rho_{щ} K_n, \text{ кг}, \quad (60)$$

где h^B – высота вертикальной щетки, м; $h^Г$ – длина горизонтальной щетки, м; $\rho_{щ}$ – плотность материала нитей, кг/м³; K_n – коэффициент наполнения щетки в зоне деформации.

Для капрона $\rho_{щ} = 1200$ кг/м³; $K_n = 0,018 \dots 0,020$. Высота вертикальной и длина горизонтальной щеток соответственно берется меньше высоты и ширины ТС на (0,1...0,15) м.

5. Определяем центробежную силу для вертикальной щетки $P_{щ}^B$ и центробежную силу для горизонтальной щетки $P_{щ}^Г$:

$$P_{щ}^B = \frac{m^B V_{л}^2}{r}; \quad (61)$$

$$P_{щ}^Г = \frac{m^Г V_{л}^2}{r}. \quad (62)$$

6. Определяем мощность на привод одной горизонтальной щетки $W^Г$ и одной вертикальной щетки W^B по формулам:

$$W^Г = K_3 P_{щ}^Г V_{л} f; \quad (63)$$

$$W^B = K_3 P_{щ}^B V_{л} f, \quad (64)$$

где $K_3 = 1,8 \dots 2,2$ – коэффициент запаса по мощности, учитывающий потери на деформацию нитей, разбрызгивание капель воды, перемешивание воздуха, потери в подшипниках и механизмах привода; $f = 0,1$ – коэффициент трения скольжения нитей по поверхности кузова.

7. Рассчитываем суммарную мощность:

$$W_{\Sigma} = z_{щ}^Г W^Г + z_{щ}^B W^B, \text{ Вт}, \quad (65)$$

где $n_{щ}^Г$ и $n_{щ}^B$ – число щеток горизонтальных и вертикальных соответственно.

8. Рассчитываем максимальный расход воды на мойку одного ТС при одном проходе щеток:

$$Q_{\text{ТС}} = (Q_{\text{MP}} + Q_{\text{CM}})t_1 + (Q_{\text{к}}^{\text{B}} + Q_{\text{к}}^{\text{Г}})t_2 + Q_0t_3, \quad (66)$$

где t_1 , t_2 и t_3 – соответственно время смачивания, мойки и ополаскивания ТС.

В общем случае время смачивания, мойки и ополаскивания определится выражением

$$t_i = \frac{60L_a}{V_{\text{к}}}, \text{ с}, \quad (67)$$

где L_a – длина транспортного средства, м.

Для упрощения расчетов примем: $t_1 = t_2 = t_3$.

9. Определяем число ТС, проходящих через мойку в течение часа:

$$N_a = \frac{60V_{\text{к}}}{(L_a + I_a)K_{\text{Н}}}, \text{ шт}, \quad (68)$$

где $K_{\text{Н}} = 1,3 \dots 1,5$ – коэффициент неравномерности поступления ТС; I_a – расстояние между автомобиля на конвейере мойки, м.

Полученное значение округляем до целых в меньшую сторону.

10. Определяем часовой расход воды:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ТС}}N_a, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (69)$$

Далее рассмотрим расчет основных параметров конвейера для моечной установки.

4. КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ КОНВЕЙЕРОВ

4.1. Общие сведения о конвейерах

Конвейеры на автомобильном транспорте используют преимущественно для перемещения автомобилей на поточных линиях ТО и при уборочно-моечных работах. Их использование позволяет значительно улучшить условия выполнения операций по ТО и Р автомобилей, повысить производительность труда ремонтных рабочих, поднять культуру производства, избежать загрязнения производственных помещений отработавшими газами автомобилей. Применение конвейеров при выполнении моечных работ позволяет повысить качество работ и снизить риск повреждения кузова автомобиля.

По способу передачи движения автомобилю различают тянущие, толкающие и несущие конвейеры (рис. 29).

По принципу работы конвейеры могут быть непрерывного и периодического действия. В первом случае все автомобили на линии перемещаются непрерывно со скоростью 0,5...1,1 м/мин; одновременно с автомобилями перемещаются на своих участках и рабочие. Во втором случае все автомобили перемещаются со скоростью 7...25 м/мин на величину, равную шагу поста (расстояние между осями постов), а затем останавливаются на время, равное такту линии; по истечении указанного времени происходит последующее перемещение и т.д. На АТП конвейеры непрерывного действия не нашли широкого распространения, их используют преимущественно в механизированных моечных установках.

Несущие конвейеры представляет собой бесконечные (одну или две) цепи или ленты, движущиеся по направляющим. В зависимости от конструкции конвейера автомобиль на поточную линию может устанавливаться по-разному (рис. 29): колесами непосредственно на ленту; колесами на специальные тележки, закрепленные в звеньях цепи; вывешиваться, опираясь мостами на цепи; вывешиваться, опираясь мостами на специальные тележки или упоры, закрепленные в звеньях цепи. Существуют конструкции конвейеров с продольным и с поперечным расположением автомобилей. Последние являются более сложными по конструкции, дорогостоящими в изготовлении и применяются в АТП, где планировочные решения не позволяют установить конвейер с продольным размещением автомобилей. Цепные несущие конвейеры несколько надежнее в работе по сравнению с другими конструкциями конвейеров, но имеют большую металлоемкость.

Холостые ветви цепей движутся в закрытых желобах, расположенных заподлицо с полом канавы. Пальцы звеньев транспортирующей цепи с роликами смещены вниз по отношению к оси симметрии звена (рис. 30). Поэтому в нижней части цепи ролики выступают, являясь опорами качения грузовой ветви по направляющим желобам.

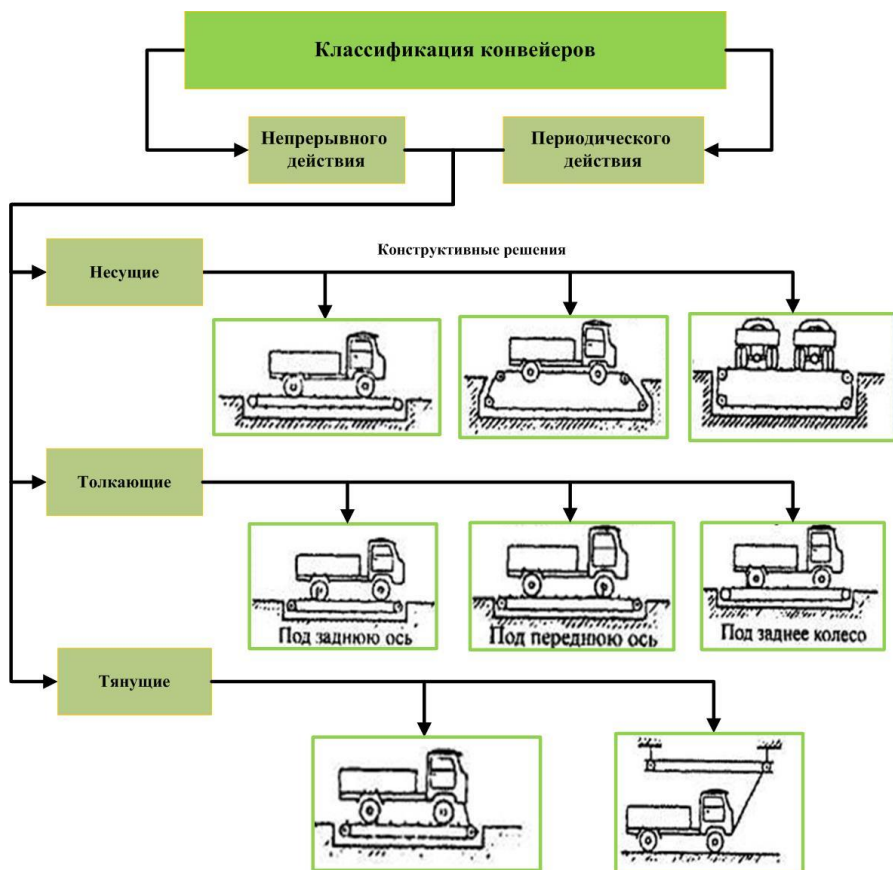


Рис. 29. Классификация конвейеров

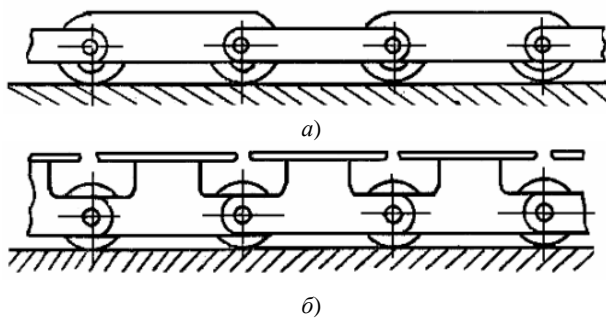


Рис. 30. Транспортирующие цепи несущего конвейера:
 а – со смещенными роликами; б – с несущими пластинами

Несущие конвейеры могут иметь одну или две цепные ленты. Существуют транспортирующие пластинчатые конвейеры, где автомобиль устанавливается на несущие ветви колесами. Особенностью их конструкции являются пластины, прикрепленные к тяговой цепи и создающие сплошной настил (рис. 30, б). Такие конвейеры могут иметь одну или две несущие ветви. В последнее время применяют транспортирующие пластинчатые конвейеры с одной несущей ветвью, на которой расположены тележки, толкающие автомобиль под колесо. Таким образом, одна из сторон автомобиля транспортируется конвейером, а вторая катится по направляющим.

На рисунке 31 показан вариант использования несущего толкающего конвейера с одной ветвью в конструкции туннельной моечной установке фирмы «Christ Wash Systems». Упоры конвейера (желтые пальцы на рис. 31) в начале участка мойки находятся ниже уровня ветви конвейера, обеспечивая беспрепятственный заезд автомобиля. После того, как транспортное средство своим ходом заедет своим ходом на начало ветви конвейера, упоры занимают свое рабочее положение и упираются в переднее или заднее колесо с одной стороны автомобиля. Дальнейшее движение автомобиля по участкам мойки осуществляется при помощи конвейера. При съезде с конвейера упоры автоматически опускаются, и автомобиль продолжает движение своим ходом.

Тянущие конвейеры имеют бесконечные цепь или трос, расположенные вдоль поточной линии обслуживания снизу или сверху (под автомобилем или над автомобилем). В начале поточной линии автомобиль присоединяется к цепи или тросу буксирным захватом за передний буксирный крюк и перемещается, перекачиваясь на своих колесах. В конце линии обслуживания захват автоматически отцепляется от автомобиля. Тянущие конвейеры просты, надежны в работе и приводятся в движение двигателями небольшой мощности.



Рис. 31. Упоры толкающего конвейера туннельной мойки фирмы «Christ Wash Systems»:

а – внешний вид упоров конвейера;

б – зацепление упоров конвейера за колесо автомобиля

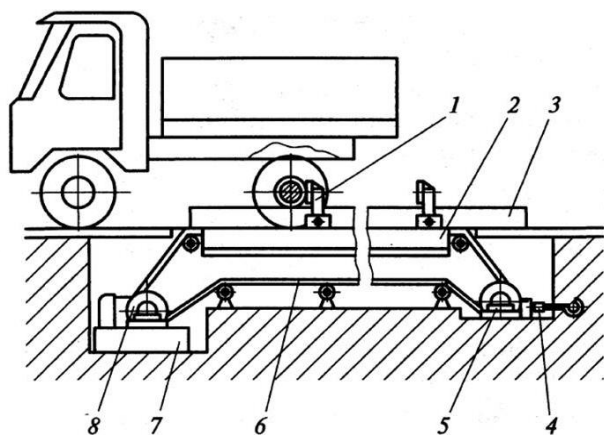


Рис. 32. Схема толкающего конвейера:

- 1 – толкатель; 2 – направляющие пути тягового органа; 3 – колесоотбойник;
 4 – натяжной механизм; 5 – натяжная станция; 6 – тяговый орган;
 7 – приводная станция; 8 – ведущая звездочка

Толкающий конвейер (рис. 32) состоит из приводной 7 и натяжной 5 станций, тягового органа 6 и направляющих путей 2, служащих для направления тягового органа. Конвейер перемещает автомобили с помощью толкающего рычага (толкателя) 1. Толкатели могут передавать усилие автомобилям, упираясь в передний мост, задний мост или заднее/переднее колесо.

В качестве тягового органа в толкающих конвейерах используют втулочно-роликную цепь, трос или жесткую штангу с гибкими элементами на концах. Приводная станция служит для приведения в движение тягового органа и состоит из редуктора, электродвигателя, клиноременной передачи и ведущей звездочки 8.

При необходимости регулирования скорости передвижения конвейера в кинематическую схему привода вводят вариатор или клиноременную передачу со ступенчатыми шкивами. Конвейеры могут быть с правым и левым расположением приводной станции относительно оси конвейера. Натяжная станция служит для регулировки натяжения цепи, осуществляемой с помощью винтового натяжного механизма 4. Тяговый орган цепного конвейера состоит из одной ветви пластинчато-втулочной цепи, в которую вмонтированы тележки с толкателями (рис. 33).

Каждая тележка опирается на четыре ролика, перекатываемых по направляющим путям, изготовленным из фасонного проката. Количество тележек соответствует числу постов на линии. Толкатели, упирающиеся в балку заднего моста, установлены на цепи шарнирно и могут наклоняться

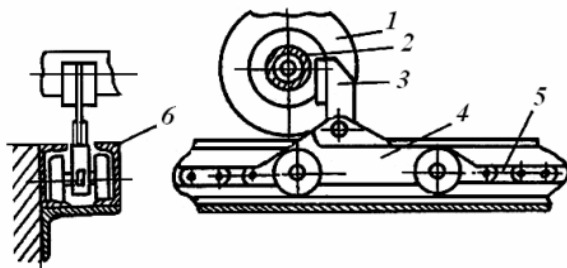


Рис. 33. Схема толкающего конвейера:

1 – колесо автомобиля; 2 – балка моста; 3 – толкатель;
4 – тележка; 5 – цепь; 6 – направляющая

в сторону движения конвейера при прохождении над ними низкорасположенных частей автомобиля. В исходное положение толкатели возвращаются с помощью пружин. Это предохраняет их от поломки при движении автомобиля через линию самоходом. Для сохранения прямолинейного движения автомобиля его передние колеса помещаются в специальные бетонные или металлические желоба. Если внутренняя колея передних и задних колес одинакова, желоба не делают и ограничиваются колесоотбойниками.

Далее рассмотрим методику расчета конвейера для туннельной мойки.

4.2. Расчет конвейера для моечной установки

Расчет цепи тянущего (толкающего) конвейера ведут по разрывному усилию исходя из запаса прочности $K_3 = 2...5$.

1. Определяемся с типом конвейера – толкающий или толкающий несущий, принимаем количество тяговых ветвей конвейера.

2. Выбираем первоначальный размер цепи конструктивно. Цепь движется в направляющих, выполненных из швеллера № 12 – 14. Для свободного перемещения цепи ее ширину принимаем меньше ширины направляющих на 5...10 мм (рис. 34). Параметры цепи выбирают по ГОСТ 588–81 «Цепи тяговые пластинчатые. Технические условия» (прил. П7 – П10) с учетом выбранного типа конвейера: для толкающего несущего – можно использовать цепи типа 3, а для несущего – типа 4.

2. Находим статическую тяговую нагрузку на цепь.

Для толкающего конвейера $F_{ст}$, Н:

$$F_{ст} = \varphi_{п} (F_T + F_{ц}), \quad (70)$$

где F_T – тяговое усилие на цепи, Н; $F_{ц}$ – тяговое усилие на перемещение цепи, Н; $\varphi_{п}$ – коэффициент одновременной передачи тягового усилия.

Для одноцепного транспортера $\varphi_{п} = 1$, для двухцепного $\varphi_{п} = 1,15$.

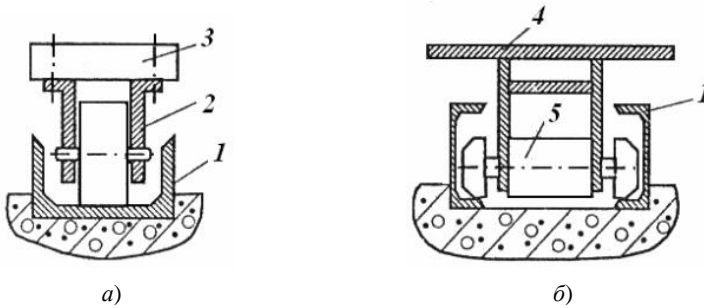


Рис. 34. Конструкции направляющих цепных конвейеров:

1 – швеллер; 2 – цепь; 3 – траверса; 4 – пластина; 5 – тележка;

а – конвейер цепной транспортирующий; б – конвейер несущий пластинчатый

Для конвейера, несущего автомобиль полностью $F_T = 0$, так как сила веса автомобиля приходится на цепи.

Тяговое усилие F_T на цепях конвейеров определяется из выражения

$$F_T = \delta_d z_{oa} m_a f g, \quad (71)$$

где z_{oa} – число автомобилей, находящихся на линии одновременно, шт.; m_a – масса автомобиля, кг; f – коэффициент сопротивления качению (для бетонного пола $f = 0,03$); δ_d – доля массы автомобиля, приходящаяся на конвейер (для тянущего $\delta_d = 1$, для частично несущего – $\delta_d = 0,5$, для полностью несущего – $\delta_d = 0$).

Число автомобилей, находящихся на линии одновременно, определяется с учетом принятого режима работы мостной установки и ее геометрических размеров.

Тяговое усилие на перемещение цепи $F_{ц}$, Н:

$$F_{ц} = G_{ц} f_1, \quad (72)$$

где $G_{ц}$ – вес цепи, Н; f_1 – коэффициент трения качения роликов по направляющим ($f_1 = 0,01$).

Вес цепи для толкающего конвейера:

$$G_{ц} = L_{ц} q g, \quad (73)$$

где $L_{ц}$ – длина одной цепи, движущейся по направляющим, м; q – масса погонного метра цепи, кг/м; g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).

Для несущего конвейера с настилом масса цепи с грузом:

$$G_{ц} = (z_{oa} m_a \delta_d + L_{ц} (q + q_n)) g, \quad (74)$$

где m_a – масса одного автомобиля, кг; q_n – масса погонного метра настила, кг/м.

$$q_n = k_{пн} b_n h_n \rho_{мн}, \quad (75)$$

где b_n – ширина настила (принимается на 0,15...0,30 м больше ширины колеса транспортного средства), м; h_n – толщина настила, м; $\rho_{\text{мн}}$ – плотность материала настила, кг/м³; $k_{\text{мн}}$ – коэффициент прерывистости настила, учитывающий величину зазора между пластинами конвейера, можно принять 0,80...0,95.

Общая длина цепей

$$L_{\text{ц}} = 2z_{\text{ц}}L_{\text{л}}, \quad (76)$$

где $z_{\text{ц}}$ – число цепей, шт.; $L_{\text{л}}$ – длина линии обслуживания, м:

$$L_{\text{л}} = z_{\text{оа}}L_{\text{а}} + a(z_{\text{оа}} - 1), \quad (77)$$

где $L_{\text{а}}$ – длина автомобиля, м; a – расстояние между автомобилями на линии, м ($a = 1,5$ м).

3. Найдим диаметр делительной окружности звездочки D_o для пластинчатой цепи:

$$D_o = \frac{t}{\sin(180/z)}, \quad (78)$$

где t – шаг цепи, м; z – число зубьев звездочки ($z \geq 6$).

При большом шаге цепей, когда D_o получается слишком большим, применяют многогранные блоки с четырьмя-шестью гранями. Звенья цепи ложатся на грани и удерживаются на них силой трения. Чтобы цепь не соскальзывала с граненого блока, на обode делают наружные ограждающие борта или кулаки. При использовании таких блоков цепь имеет значительную неравномерность хода, поэтому скорость конвейера принимают не более 12 м/мин. Однако и при использовании цепей с достаточно малым шагом, скорость их движения не остается постоянной в процессе вращения звездочки, представляющей собой правильный многогранник.

Цепь движется неравномерно, так как мгновенный радиус набегания цепи на ведущую звездочку изменяется от $D_o/2$ до $D_o[\cos(\varphi/2)]/2$, где φ – центральный угол звездочки, соответствующий шагу цепи t . Это приводит к появлению дополнительных динамических нагрузок на цепь. Тогда полная нагрузка на цепь F_{Σ} , Н:

$$F_{\Sigma} = F_{\text{ст}} + F_{\text{дин}}, \quad (79)$$

где $F_{\text{дин}}$ – динамическая нагрузка на цепь, Н:

$$F_{\text{дин}} = \frac{6mv_o^2\pi^2}{z^2t}, \quad (80)$$

где m – приведенная масса движущихся частей конвейера и груза, кг; v_o – окружная скорость звездочки, м/с (равна линейной скорости конвейера v_k ,

выбираемой в соответствии с технологическими и эксплуатационными условиями).

Приведенная масса движущихся частей конвейера и груза для толкающего конвейера:

$$m = q_1 + cqL_{ц}, \quad (81)$$

где q_1 – масса автомобилей, приходящаяся на одну цепь конвейера, кг; c – коэффициент приведения, зависящий от длины линии обслуживания $L_{л}$ (при $L_{л} < 25$ м $c = 2$; при $L_{л} = 25 \dots 60$ м $c = 1,5$; при $L_{л} > 60$ м $c = 1$); q – масса погонного метра цепи, кг/м; $L_{ц}$ – общая длина цепи одной ветви конвейера, м.

Для несущего конвейера с настилом приведенная масса находится по выражению

$$m = q_1 + cL_{ц}(q + q_n). \quad (82)$$

4. Находим мощность привода цепных конвейеров определяют для установившегося движения и периода пуска. В период установившегося движения расчетное усилие F_y , Н, действующее на цепь:

$$F_y = F_{\Sigma} + \Delta F_{\Sigma}, \quad (83)$$

где F_{Σ} – сопротивление тягового органа при огибании звездочек и вследствие трения в подшипниках вала звездочки, Н.

Приближенно $F_{\Sigma} = F_{\Sigma}(1 - \eta)$, $\eta = 0,96 \dots 0,98$.

Расчетное усилие $F_{\text{пуск}}$, Н, действующее на цепь в период пуска:

$$F_{\text{пуск}} = F_y + F_{\text{ин}}, \quad (84)$$

где $F_{\text{ин}}$ – сила инерции движущихся масс, Н:

$$F_{\text{ин}} \approx m \frac{v_k}{t}, \quad (85)$$

где v_k – линейная скорость конвейера, м/с; t – время разгона, за которое будет достигнута скорость v_k , с (для практических расчетов принимают $t = 0,5 \dots 1$ с).

Выбранную цепь проверяют по условию прочности:

$$F_p \geq K_3 F_{\text{пуск}}, \quad (86)$$

где F_p – разрывное усилие для выбранной цепи, Н, определяемое из справочника по выбранной цепи.

Мощность N_y , кВт, в период установившегося движения:

$$N_y = \frac{F_y v_k z_{\text{пв}}}{1000 \eta_M}, \quad (87)$$

где $z_{пв}$ – число параллельных ветвей в конвейере; η_m – механический КПД всех звеньев механизма от вала приводной звездочки до вала двигателя.

Мощность $N_{пуск}$, кВт в период пуска:

$$N_{пуск} = \frac{F_{пуск} v_k z_{пв}}{1000 \eta_m}. \quad (88)$$

Для асинхронных двигателей должно соблюдаться условие

$$\frac{N_{пуск}}{N_y} < 1,5. \quad (89)$$

В противном случае следует использовать электродвигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.

Частота вращения ведущей звездочки n , мин⁻¹:

$$n = \frac{60 v_k}{\pi D_o}. \quad (90)$$

Суммарное передаточное число i механизмов приводной станции:

$$i = \frac{n_o}{n}, \quad (91)$$

где n_o – частота вращения вала выбранного электродвигателя, мин⁻¹.

Следующим этапом расчета моечной установки является определение параметров очистных сооружений оборотного водоснабжения.

5. РАСЧЕТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

5.1. Общие сведения об очистных сооружениях моечной установки

Вода, используемая в процессе ТО и Р автомобилей, сильно загрязняется вредными для окружающей среды примесями. Сточные воды после мойки грузовых автомобилей содержат взвешенных веществ до 3000 мг/л, после мойки автобусов – 1600 мг/л, легковых автомобилей – 700 мг/л. Содержание нефтепродуктов составляет соответственно 900, 850 и 75 мг/л. Поэтому после мойки транспортных средств использованную воду нельзя сливать в канализацию без предварительной очистки.

Накапливающиеся в моющем растворе загрязнения можно условно разделить на две группы: твердые, большей частью минеральные взвеси, и жидкие, масляные загрязнения. Твердые загрязнения находятся в моющем растворе в виде суспензий, жидкие – в виде эмульсий. Загрязненные моющие растворы очищают отстаиванием, центрифугированием, фильтрованием, флотацией, химической и электрохимической коагуляцией и другими способами.

В зависимости от вида загрязнений применяют различные способы очистки. Самый простой способ очистки – отстаивание. При отстаивании твердые частицы загрязнений оседают на дно резервуара, а жидкие всплывают на поверхность. Для интенсификации процесса отстаивания применяют центрифугирование – отделение загрязнений при помощи центробежных сил в циклонах, где происходит закручивание потока, в результате чего легкие фракции стремятся вверх к центру циклона, а твердые стремятся к стенкам циклона и вниз. Еще один способ очистки – фильтрование – очистка моющих растворов продавливанием через пористые перегородки. Фильтрование – является гидродинамическим процессом, скорость которого прямо пропорциональна разности давлений, создаваемой по обеим сторонам перегородки, и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому жидкостью при ее движении через поры перегородки и слой образующегося осадка. Процесс очистки, заключающийся в искусственном насыщении очищаемой воды мельчайшими пузырьками воздуха, которые при всплытии увлекают с собой частицы эмульгированных нефтепродуктов и других загрязнений называется флотацией. Данный процесс осуществляется во флотационных установках. Флотационные установки применяют для удаления из воды взвешенных веществ, ПАВ, нефтепродуктов, жиров, масел, смол и других веществ, осаждение которых малоэффективно. Для повышения эффективности маслоудаления применяют также коагуляцию – образование нефтепродуктов в хлопья под действием коагулянта и всплытие их на поверхность. После чего всплывшие хлопья собираются в специальную емкость и отправляются на дальнейшую переработку.

Состав очистных сооружений следует выбирать в зависимости от характеристики и количества сточных вод, поступающих на очистку, требуемой

степени их очистки, метода обработки осадка и местных условий. При проектировании очистных сооружений следует пользоваться рекомендациями, приведенными в СНиП 2.04.03–85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.02–84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

При хорошем качестве очистки возможно повторно использовать воду для мойки ТС, что позволяет значительно снизить затраты на воду и уменьшить вредное воздействие на природу. Схема типовых очистных сооружений с повторным использованием воды приведена на рис. 35.

Принцип работы всех очистных сооружений схож. На первом этапе грязный моющий раствор попадает через решетку в песколовку 1, где происходит удаление наиболее крупных загрязнений. После этого раствор с остатками загрязнений поступает в приемный резервуар 2 и при помощи насоса 9 подается в гидроциклон 4, где происходит разделение на три фракции: твердую, выходящую через нижний патрубок циклона 4 в емкости 3; легкую, собирающуюся вверху в центре циклона и представляющую собой нефтяные загрязнения, которые через плавающую воронку циклона поступают в контейнер 5; третья фракция – предварительно очищенная вода, поступающая в промежуточный резервуар 6. Из данного резервуара при помощи насоса 9 вода поступает в фильтр 7, откуда уже в резервуар 8 для чистой воды. В этот же резервуар поступает вода из водопровода для компенсации потерь воды в процессе мойки автомобилей и очистки сточных вод. Эти потери могут достигать до 10%. Из резервуара 8 очищенная снова поступает в моечные установки.

Схожий принцип работы имеет система очистки сточных вод после мойки АРОС 2. Схема ее работы приведена на рис. 36. В данной системе отсутствует гидроциклон, но введен узел для ввода антибактериальных средств в очищенную воду.

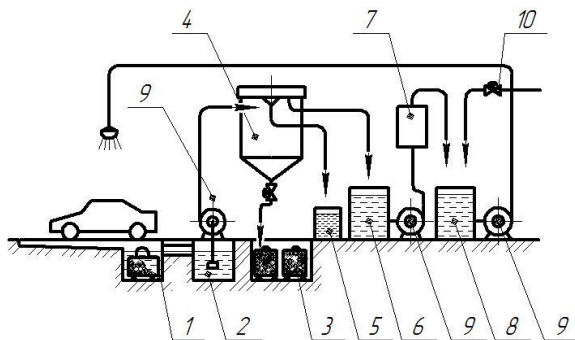


Рис. 35. Схема очистных сооружений с повторным использованием воды:

1 – песколовка; 2 – приемный резервуар; 3 – контейнер; 4 – гидроциклон; 5 – емкость для нефтепродуктов; 6 – промежуточный резервуар; 7 – фильтр; 8 – резервуар для чистой воды; 9 – насос; 10 – труба подачи воды из водопроводной сети

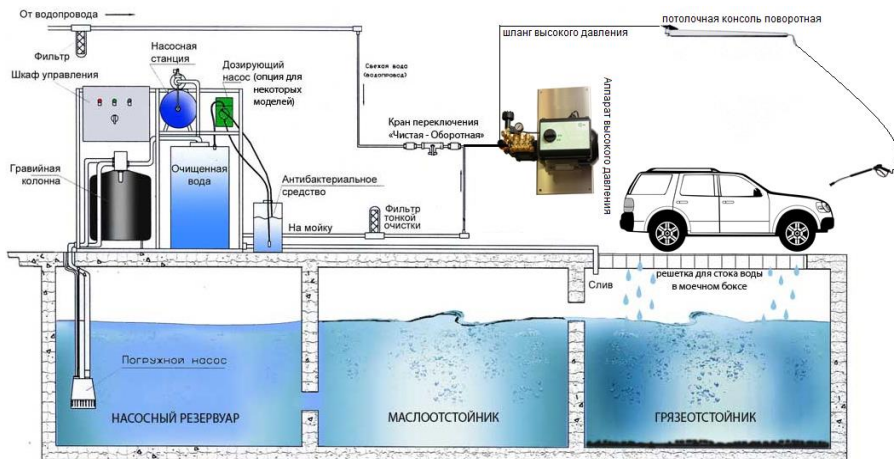


Рис. 36. Схема системы очистки вод после мойки АРОС 2

Далее рассмотрим методику расчета основных показателей очистных сооружений для моечной установки.

5.2. Методика расчета очистных сооружений

Расчет очистных сооружений проводится в следующей последовательности.

1. Определяем размеры песколовки. Расчет песколовки с контейнерами (рис. 37) для сбора осадка предусматривает скорость протекания сточных вод $V_{п} = 0,15$ м/с. Площадь сечения потока

$$F = \frac{Q}{V_{п}}, \text{ м}^2. \quad (92)$$

Ширина песколовки (B) принимается обычно равной 1 м. При этом длина ее:

$$L = K \frac{H_p V_{п}}{U_0}, \text{ м}, \quad (93)$$

где $K = 1,3$ – коэффициент запаса по длине; $H_p = F/B$ – расчетная глубина проточного слоя песколовки; U_0 – гидравлическая крупность взвешенных частиц, которая характеризует их размер, форму, плотность, от которых зависит скорость оседания. Для песка $U_0 = 18 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Общая глубина песколовки:

$$H_{об} = H_{п} + H_p + H_0, \text{ м}, \quad (94)$$

где $H_{п}$ – глубина от пола до уровня воды в песколовке, м.

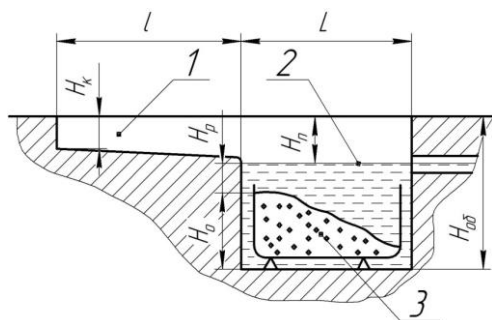


Рис. 37. Очистные сооружения первого контура:
1 – канава; 2 – песколовка; 3 – контейнер

Она зависит от удаленности песколовки от моечной канавы и отметки лотка подводящего трубопровода:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{к}} + 0,03l, \text{ м}, \quad (95)$$

где $H_{\text{к}}$ – глубина канавы, м (1,2...1,4 м); l – расстояние от начала стока до стенки песколовки (длина канавы), м; $H_{\text{o}} = 1,0...1,5$ м – глубина осадочной части песколовки

$$l = 0,5 + L_{\text{а}}. \quad (96)$$

В зоне осадочной части устанавливаются контейнеры для осадка с таким расчетом, чтобы над верхней кромкой контейнера был слой воды не менее $H_{\text{р}}$.

Объем приемного резервуара рассчитывается исходя из 15-минутного пребывания в нем сточных вод:

$$V_{\text{пр}} = 900Q, \text{ м}^3. \quad (97)$$

Форма резервуара выбирается произвольно.

Насосная станция первого подъема укомплектовывается насосами, производительность которых определяется притоком сточных вод.

2. Рассчитываем размеры и количество гидроциклонов. Гидроциклоны рассчитываются по гидравлической нагрузке, которая в расчетах рассмотренной конструкции гидроциклонов принимается постоянной $M_{\text{гц}} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Площадь водного зеркала гидроциклона:

$$S_{\text{в}} = \frac{Q}{M_{\text{гц}}}, \text{ м}^2. \quad (98)$$

Обычно диаметр гидроциклона принимают не более $D_{\text{г}} = 2,0$ м.

Фактическая площадь зеркала воды одного гидроциклона:

$$S_{\text{зв}} = \frac{\pi D_{\text{г}}^2}{4}, \text{ м}. \quad (99)$$

Количество гидроциклонов

$$N_{\Gamma} = (S_{\text{в}}/S_{\text{зв}}) + 1, \quad (100)$$

где 1 – резервный гидроциклон.

Насосная станция второго подъема должна укомплектовываться насосами такой же производительности, что и насосы первого подъема. Напор должен определяться с учетом потерь в фильтрах, которые ориентировочно составляют около 0,1 МПа.

3. Определяем площадь фильтрования. Фильтры применяются типовые, например, Бийского котельного завода. Средняя скорость фильтрования $V_{\text{ср}} = 10$ м/ч.

Требуемая площадь фильтров:

$$F_{\text{ф}} = 3600 \frac{Q}{V_{\text{ср}}}, \text{ м}^2. \quad (101)$$

4. Определяем объем резервуара очищенной воды исходя из расчета обеспечения 30-минутного запаса воды для мойки:

$$V_{\text{рез}} = 0,5Q_{\text{ч}}, \text{ м}^3. \quad (102)$$

5. Определяем объем камеры бензомаслоуловителя:

$$V_6 = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right) LBH_{\text{об}}, \text{ м}^3. \quad (103)$$

6. Определяем объем бака для сбора нефтепродуктов в сточных водах:

$$V_{\text{БН}} = CZT \frac{Q_{\text{ч}}}{\rho_{\text{н}}}, \quad (104)$$

где $C = 0,85$ кг/м³ – содержание нефтепродуктов определяется исходя из их содержания в сточных водах; Z – количество рабочих смен в сутках, можно принять равным 1; T – продолжительность рабочей смены, можно принять 8 ч; $\rho_{\text{н}}$ – плотность нефтепродуктов, можно принять $\rho_{\text{н}} = 850$ кг/м³.

Бак для сбора нефтепродуктов выбирается таким, чтобы его наполнение продолжалось не менее суток, но при этом он должен помещаться в кузове грузового автомобиля.

6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СТРУЙНО-ЩЕТОЧНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА С КОНВЕЙЕРОМ

Рассмотрим расчет моечной установки по исходным данным, соответствующим варианту № 0 из прил. П1:

- наименование транспортного средства – ВАЗ-2120;
- давление жидкости в моещей рамке $P_{\text{нм}} = 2,1$ МПа;
- давление в рамках смачивания $P_{\text{нс}} = 0,25$ МПа, ополаскивания $P_{\text{но}} = 0,25$ МПа и в консолях $P_{\text{пгк}} = P_{\text{нвк}} = 0,25$ МПа;
- тип насадка – конический;
- диаметр отверстия насадка $d_{\text{н}} = 0,0035$ м;
- число моещих рамок $z_{\text{мр}} = 2$ шт;
- число рамок смачивания $z_{\text{см}} = 1$ шт;
- число рамок ополаскивания $z_{\text{о}} = 1$ шт;
- число консолей горизонтальных $z_{\text{к}}^{\text{г}} = 1$ и вертикальных $z_{\text{к}}^{\text{в}} = 2$ шт;
- число щеток горизонтальных $z_{\text{щ}}^{\text{г}} = 1$ и вертикальных $z_{\text{щ}}^{\text{в}} = 1$ шт;
- габариты транспортного средства: длина – $L_{\text{тс}} = 4,290$ м; высота – $H_{\text{тс}} = 1,690$; ширина $B_{\text{тс}} = 1,770$ м;
- масса автомобиля: $m_{\text{а}} = 1400$ кг;
- максимальная ширина колеса: $b_{\text{км}} = 0,175$ м;
- тип транспортера мойки и количество его ветвей: несущий с одной ветвью.

6.1. Пример расчета гидрантов

1. Из приложения П3 выписываем значения коэффициенты расхода $\mu = 0,94$ и скорости $\varphi = 0,963$ для насадка конического типа.

2. Определяем скорость истечения воды из моещих рамок:

$$V_{\text{хм}} = \varphi \sqrt{(196g P_{\text{нм}})} = 0,963 \sqrt{196 \cdot 9,81 \cdot 2,1} = 62,19 \text{ м/с.}$$

Для рамок смачивания, ополаскивания и из консолей для подвода жидкости к щеткам скорость истечения потока будет одинаковой, так как давление в них по исходным данным одинаково:

$$V_{\text{хс}} = V_{\text{хо}} = V_{\text{хк}} = 0,963 \sqrt{(196 \cdot 9,81 \cdot 0,25)} = 21,11 \text{ м/с.}$$

3. Определяем среднее расстояние от насадков до омываемой поверхности X в соответствии со схемой свободного истечения струи (рис. 19). Выделяют 4 участка течения струи.

Третий участок струи является рабочим в струйных и струйно-щеточных установках.

В этом случае

$$X = (100 \dots 450) d_{\text{н}} = (100 \dots 450) 0,0035 = (0,35 \dots 1,575) \text{ м.}$$

Выбираем предварительно среднее значение величины $X = 0,7$ м, соответствующее $200 d_n$.

4. Проверяем условие удаления загрязнений струей – $P_x \geq F_M$.

Для этого рассчитываем диаметр основания конуса моющей струи при ее угле до 5° :

$$D_k = 0,174X - 13,4d_n = 0,174 \cdot 0,7 - 13,4 \cdot 0,0035 = 0,0749 \text{ м.}$$

Находим площадь сечения струи в момент ее соприкосновения с омываемой поверхностью:

$$S_x = \frac{\pi D_k^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0749^2}{4} = 0,0044 \text{ м}^2.$$

Площадь отверстия насадка:

$$S_n = \frac{\pi d_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0035^2}{4} = 9,62 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коэффициент аэрации:

$$k = \frac{S_x}{S_n} = \frac{0,0044}{9,62 \cdot 10^{-6}} = 458.$$

Средняя плотность жидкости на расстоянии X от насадка при плотности жидкости на выходе из насадка $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$:

$$\rho_x = \frac{\rho_n}{k} = \frac{1000}{458} = 2,18.$$

Гидродинамическое давление на расстоянии X от насадка при угле между струей и омываемой поверхностью $\alpha = 90^\circ$:

$$P_x = \rho_x V_{xm} \sin \alpha = 2,18 \cdot 62,19 \cdot \sin 90^\circ = 133,62 \text{ Н.}$$

Находим максимальную силу сцепления между частицами загрязнения и поверхностью, приняв D_3 из интервала $(20 \dots 80) \cdot 10^{-6}$ м, равной $D_3 = 40 \cdot 10^{-6}$ мм. Поверхностное натяжение σ можно принять $\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$, а влажность загрязнений при условии постоянного смачивания $W = 0,2$.

Оптимальная величина загрязнений для легковых автомобилей – $(10 \dots 30) \cdot 10^{-6}$ м, а для грузовых и автобусов – $(25 \dots 300) \cdot 10^{-6}$ м. Для практических расчетов можно принимать $D_3 = (20 \dots 80) \cdot 10^{-6}$ м.

$$F_M = \frac{\pi \sigma}{2 D_3} \left(\frac{1}{W} - 1 \right) = \frac{3,14 \cdot 0,073}{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,2} - 1 \right) = 7640,67 \text{ Н;}$$

$P_x = 133,62 < 7640,67 = F_M$ – условие удаления загрязнений струей не выполняется.

В таком случае можно поступить следующим образом: уменьшить расстояние X от насадков до омываемой поверхности с тем, чтобы увеличить плотность аэрированной жидкости, а, следовательно, и гидродинамическое

давление. Принимаем $X = 0,35$ м, соответствующее $100 d_n$. Пересчитываем расчетные величины при новом значении X .

$$D_k = 0,174X - 13,4d_n = 0,174 \cdot 0,35 - 13,4 \cdot 0,0035 = 0,014 \text{ м.}$$

$$S_x = \frac{\pi D_k^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,014^2}{4} = 0,00015 \text{ м}^2.$$

Коэффициент аэрации

$$k = \frac{S_x}{S_n} = \frac{0,00015}{9,62 \cdot 10^{-6}} = 16.$$

Средняя плотность жидкости на расстоянии X от насадка при плотности жидкости на выходе из насадка $\rho_n = 1000 \text{ кг/м}^3$:

$$\rho_x = \frac{\rho_n}{k} = \frac{1000}{16} = 62,5.$$

Гидродинамическое давление на расстоянии X от насадка при угле между струей и омываемой поверхностью $\alpha = 90^\circ$:

$$P_x = \rho_x V_{xm} \sin \alpha = 62,5 \cdot 62,19 \sin 90^\circ = 3824,53 \text{ Н.}$$

$P_x = 3824,53 < 7640,67 = F_m$ – условие удаления загрязнений струей не выполняется.

Уменьшаем поверхностное натяжение моющей жидкости за счет ее подогрева и применения моющих средств. Так, синтетическая моющая жидкость «Прогресс» уменьшает поверхностное натяжение до $\sigma = 0,034 \text{ Н/м}$.

$$F_m = \frac{\pi \sigma}{2 D_3} \left(\frac{1}{W} - 1 \right) = \frac{3,14 \cdot 0,034}{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,2} - 1 \right) = 5338,00 \text{ Н.}$$

$P_x = 3824,53 < 5338,00 = F_m$ – условие удаления загрязнений струей не выполняется.

Увеличиваем средний диаметр частиц загрязнений до $D_3 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$, ухудшив тем самым в допустимых пределах качество струйной мойки:

$$F_m = \frac{\pi \sigma}{2 D_3} \left(\frac{1}{W} - 1 \right) = \frac{3,14 \cdot 0,034}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,2} - 1 \right) = 4270,40 \text{ Н.}$$

$P_x = 3824,53 < 4270,40 = F_m$ – условие удаления загрязнений струей не выполняется.

Увеличиваем средний диаметр частиц загрязнений до $D_3 = 60 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$, ухудшив тем самым в допустимых пределах качество струйной мойки:

$$F_m = \frac{\pi \sigma}{2 D_3} \left(\frac{1}{W} - 1 \right) = \frac{3,14 \cdot 0,034}{2 \cdot 60 \cdot 10^{-6}} \left(\frac{1}{0,2} - 1 \right) = 3558,67 \text{ Н.}$$

$P_x = 3824,53 > 3558,67 = F_M$ – условие удаления загрязнений струей выполняется.

5. Определяем ориентировочно значение толщина пограничного слоя, приняв кинематическую вязкость воды при $t = 20$ °С, $\nu = 10^{-6}$ м²/с:

$$S = 0,346 \sqrt{\frac{\nu X}{\varphi \sqrt{196 P_{HM}} g}} = 0,346 \sqrt{\frac{10^{-6} \cdot 0,35}{0,963 \sqrt{196 \cdot 2,1 \cdot 9,81}}} = 2,62 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

6. Определяем размер зоны действия касательных сил в момент встречи струи с поверхностью, наиболее активное разрушение загрязнений проводится касательными силами в зоне радиусом R_M , м

$$\begin{aligned} R_M &= d_H \cdot 0,56 \left(\sqrt{196 P_{HM}} \frac{d_H}{\nu} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{XM}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_H} \right)^{-0,03} = \\ &= 0,0035 \cdot 0,56 \left(\frac{0,0035}{10^{-6}} \sqrt{196 \cdot 2,1} \right) \left(\frac{62,19^2}{2,62 \cdot 10^{-5}} \right) \left(\frac{0,35}{0,0035} \right)^{-0,03} = 0,102 \text{ м.} \end{aligned}$$

Перекрытие площадей соседних зон должно быть в пределах 0,25... 0,30 D_M^* .

Диаметр моющей зоны без учета перекрытия:

$$D_M^* = 2R_M + D_K = 2 \cdot 0,102 + 0,014 = 0,16 \text{ м.}$$

Окончательное значение диаметра моющей зоны с учетом перекрытия $k = 0,25 \dots 0,3$, приняв $k = 0,25$:

$$D_M = D_M^* (1 - k) = 0,219 (1 - 0,25) = 0,16 \text{ м.}$$

В рамках смачивания и ополаскивания, а также консолях давление моющей жидкости меньше, чем в моющих рамках, следовательно, радиус моющей зоны будет иным, тогда данный радиус для этих рамок и консоли составит с учетом формулы (16) и обозначений:

$$\begin{aligned} R_c = R_o = R_k &= d_H \cdot 0,56 \left(\sqrt{196 P_{HC}} \frac{d_H}{\nu} \right)^{0,4} \left(\frac{V_{xc}^2}{S} \right)^{-0,02} \left(\frac{X}{d_H} \right)^{-0,03} = \\ &= 0,0035 \cdot 0,56 \left(\frac{0,0035}{10^{-6}} \sqrt{196 \cdot 0,25} \right) \left(\frac{21,11^2}{2,62 \cdot 10^{-5}} \right) \left(\frac{0,35}{0,0035} \right)^{-0,03} = 0,07 \text{ м.} \end{aligned}$$

Диаметр зоны смачивания для рамок смачивания, ополаскивания и консолей будет одинаковой и составит:

$$D_{MC} = D_{MO} = D_{MK} = (2R_c + D_K)(1 - k) = (2 \cdot 0,07 + 0,014)(1 - 0,75) = 0,12 \text{ м.}$$

7. Определяем количество распылителей. Для этого предварительно находим линейные размеры рамок и консолей. Количество рамок и их расположение определены исходными данными.

В нашем случае автомобиль моется струями только снизу, тогда для моющей рамки будет равна ширине транспортного средства $B_{TC} = 1,77$ м, округляем до сотых и принимаем $L_{PM} = 1,8$ м.

Длина консолей для подачи воды к вертикальным ротационным щеткам равна максимальной высоте ТС – $H_{TC} = 1,69$, округляя, принимаем $L_K^B = 1,7$ м. Длина горизонтальной консоли для щетки равна также ширине ТС – $B_{TC} = 1,77$ м, принимаем $L_K^r = 1,8$ м.

Принимаем, что автомобиль не смачивается и не ополаскивается снизу, тогда длина рамок смачивания L_o и ополаскивания L_{CM} будет равна между собой и составит:

$$L_o = L_{CM} = B_{TC} + 2H_{TC} + 4X = 1,77 + 2 \cdot 1,69 + 4 \cdot 0,35 = 6,6 \text{ м.}$$

Количество насадков в моющей рамке

$$n_M = \frac{L_{PM}}{D_M} = \frac{1,8}{0,16} = 10,98 \approx 11 \text{ шт.}$$

Число распылителей в вертикальной консоли

$$n_K^B = \frac{L_K^B}{D_{MK}} = \frac{1,7}{0,12} = 14,16 \text{ шт.}$$

округляем в большую сторону до $n_K^B = 15$ шт.

Число распылителей в горизонтальной консоли

$$n_K^r = \frac{L_K^r}{D_{MK}} = \frac{1,8}{0,12} = 15 \text{ шт.}$$

Число распылителей в рамке смачивания и ополаскивания одинаково и равно:

$$n_{CM} = n_o = \frac{L_{CM} - 4X}{D_{MC}} = \frac{6,6 - 4 \cdot 0,35}{0,12} = 43,33,$$

округляем в большую сторону до $n_{CM} = n_o = 44$ шт.

8. Определяем расход жидкости через насадки при коэффициенте запаса расхода $f = 1,2$:

– через одну моющую рамку

$$Q_{MP} = f n_M \mu \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{196 g P_{HM}} = 1,2 \cdot 11 \cdot 0,94 \frac{3,14 \cdot 0,0035^2}{4} \times \\ \times \sqrt{196 \cdot 9,81 \cdot 2,1} = 0,008 \text{ м}^3/\text{с};$$

- через одну рамку смачивания и ополаскивания

$$Q_{\text{см}} = Q_o = f n_{\text{см}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196 g P_{\text{нк}}} =$$

$$= 1,2 \cdot 44 \cdot 0,94 \frac{3,14 \cdot 0,0035^2}{4} \sqrt{196 \cdot 9,81 \cdot 0,25} = 0,010 \text{ м}^3/\text{с};$$

- через вертикальную консоль

$$Q_{\text{к}}^{\text{в}} = f n_{\text{к}}^{\text{в}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196 g P_{\text{нк}}} =$$

$$= 1,2 \cdot 15 \cdot 0,94 \frac{3,14 \cdot 0,0035^2}{4} \sqrt{196 \cdot 9,81 \cdot 0,25} = 0,004 \text{ м}^3/\text{с};$$

- через горизонтальную консоль

$$Q_{\text{к}}^{\text{г}} = f n_{\text{к}}^{\text{г}} \mu \frac{\pi d_{\text{н}}^2}{4} \sqrt{196 g P_{\text{нк}}} =$$

$$= 1,2 \cdot 15 \cdot 0,94 \frac{3,14 \cdot 0,0035^2}{4} \sqrt{196 \cdot 9,81 \cdot 0,25} = 0,004 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Общий расход воды при непрерывной работе и заданном числе рамок:

$$z_{\text{к}}^{\text{в}} = 2; z_{\text{к}}^{\text{г}} = 1; z_o = 1; z_{\text{см}} = 1; z_{\text{мп}} = 1:$$

$$Q = z_{\text{к}}^{\text{в}} Q_{\text{к}}^{\text{в}} + z_{\text{к}}^{\text{г}} Q_{\text{к}}^{\text{г}} + z_o Q_o + z_{\text{см}} Q_{\text{см}} + z_{\text{мп}} Q_{\text{мп}} =$$

$$= 2 \cdot 0,004 + 1 \cdot 0,004 + 1 \cdot 0,014 + 1 \cdot 0,014 + 1 \cdot 0,008 = 0,039 \text{ м}^3/\text{с}.$$

По величине производительности на участках подбираем необходимый внутренний диаметр труб рамок, приняв для моющей рамки скорость потока $v_{\text{мп}}^{\text{ж}} = 4 \text{ м/с}$, а для консолей и рамок смачивания и ополаскивания $v_{\text{вк}}^{\text{ж}} = v_{\text{гк}}^{\text{ж}} = v_o^{\text{ж}} = v_c^{\text{ж}} = 3 \text{ м/с}$.

При заданной скорости потока находим минимально возможный внутренний диаметр трубопроводов по участкам и толщину стенок труб, причем для поводящих участков диаметр будем рассчитывать по суммарному расходу при скорости потока также $v_{\text{н}}^{\text{тп}} = 4 \text{ м/с}$, а толщину стенки выберем позже, после расчета необходимого давления в них с учетом потерь. Принимаем $[\sigma_{\text{тр}}] = 70 \text{ МПа}$ для стальных труб из интервала $[\sigma_{\text{тр}}] = (20 \dots 140) \text{ МПа}$. Использовать будем трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262–75 (прил. П4).

Для моющей рамки

$$d_{\text{MP}}^{\text{TP}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{MP}}}{\pi(v_{\text{MP}}^{\text{ж}})^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,008}{3,14 \cdot 4^2}} = 0,025 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 3262–75 $d_{\text{MP}}^{\text{TP}} = 0,025 \text{ м}$, тогда

$$\delta_{\text{MP}}^{\text{min}} = \frac{P_{\text{MP}} d_{\text{MP}}^{\text{TP}}}{2[\sigma_{\text{TP}}]} = \frac{2,1 \cdot 0,025}{2 \cdot 70} = 1,83 \text{ мм,}$$

принимаем по ГОСТ 3262–75 трубу легкой серии с толщиной стенки 2,8 мм.

Для горизонтальной консоли:

$$d_{\text{ГК}}^{\text{TP}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ГК}}^{\text{Г}}}{\pi(v_{\text{ГК}}^{\text{ж}})^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 3^2}} = 0,022 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 3262–75 $d_{\text{ГК}}^{\text{TP}} = 0,025 \text{ м}$, тогда

$$\delta_{\text{ГК}}^{\text{min}} = \frac{P_{\text{ГК}} d_{\text{ГК}}^{\text{TP}}}{2[\sigma_{\text{TP}}]} = \frac{2,1 \cdot 0,025}{2 \cdot 70} = 0,22 \text{ мм,}$$

принимаем по ГОСТ 3262–75 трубу легкой серии с толщиной стенки 2,8 мм.

Для вертикальной консоли:

$$d_{\text{ВК}}^{\text{TP}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{ВК}}^{\text{В}}}{\pi(v_{\text{ВК}}^{\text{ж}})^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 3^2}} = 0,022 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 3262–75 $d_{\text{ВК}}^{\text{TP}} = 0,025 \text{ м}$, тогда

$$\delta_{\text{ВК}}^{\text{min}} = \frac{P_{\text{ВК}} d_{\text{ВК}}^{\text{TP}}}{2[\sigma_{\text{TP}}]} = \frac{2,1 \cdot 0,025}{2 \cdot 70} = 0,22 \text{ мм,}$$

принимаем по ГОСТ 3262–75 трубу легкой серии с толщиной стенки 2,8 мм.

Для рамок смачивания и ополаскивания:

$$d_{\text{о}}^{\text{TP}} = d_{\text{с}}^{\text{TP}} = \sqrt{\frac{4Q_{\text{о}}}{\pi(v_{\text{о}}^{\text{ж}})^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,010}{3,14 \cdot 3^2}} = 0,038 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 3262–75 $d_{\text{о}}^{\text{TP}} = d_{\text{с}}^{\text{TP}} = 0,040 \text{ м}$, тогда

$$\delta_{\text{ВК}}^{\text{min}} = \frac{P_{\text{ГК}} d_{\text{ГК}}^{\text{TP}}}{2[\sigma_{\text{TP}}]} = \frac{2,1 \cdot 0,025}{2 \cdot 70} = 0,35 \text{ мм,}$$

принимаем по ГОСТ 3262–75 трубу легкой серии с толщиной стенки 3 мм.

Для подводящих участков без деления потока:

$$d_{\text{п}}^{\text{ТР}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi(v_{\text{п}}^{\text{ж}})^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,039}{3,14 \cdot 4^2}} = 0,056 \text{ м.}$$

Принимаем по ГОСТ 3262–75 $d_{\text{п}}^{\text{ТР}} = 0,065 \text{ м.}$

6.2. Пример гидравлического расчета

1. Для определения линейных размеров гидравлической системы мойки вычерчиваем схематично схему проектируемой установки с учетом всех элементов гидравлической схемы (рис. 38, 39).

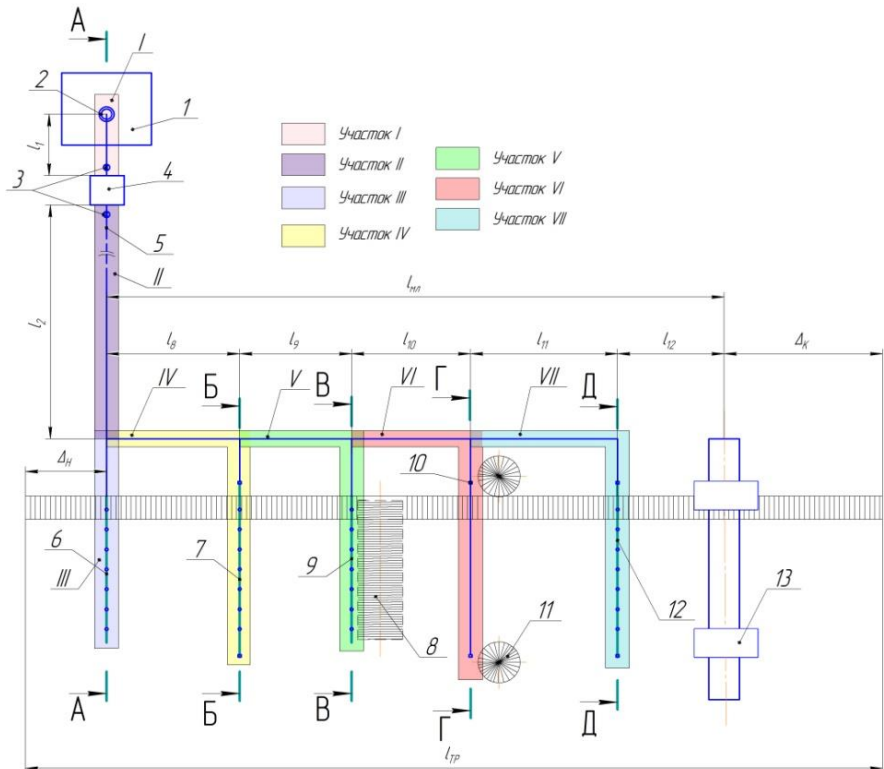
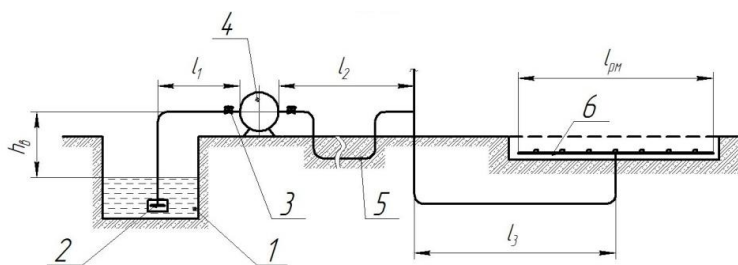
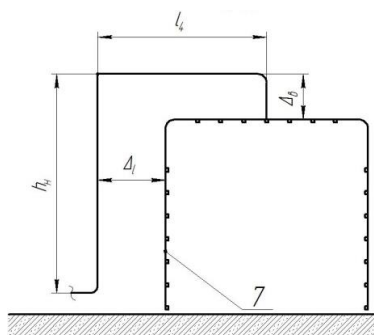


Рис. 38. Расчетная схема проектируемой моечной установки:

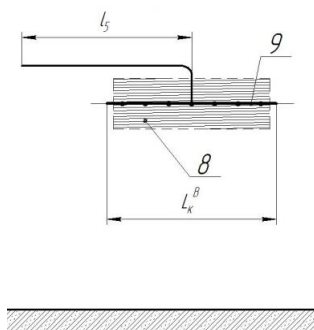
- 1 – заборный колодец; 2 – сетка с всасывающим клапаном;
- 3 – задвижка; 4 – насос; 5 – трубопроводы; 6 – моечная рамка;
- 7 – рамка смачивания; 8 – щетка горизонтальная; 9 – консоль горизонтальная;
- 10 – консоль вертикальная; 11 – щетка вертикальная;
- 12 – рамка ополаскивания; 13 – рамка пневматической сушки



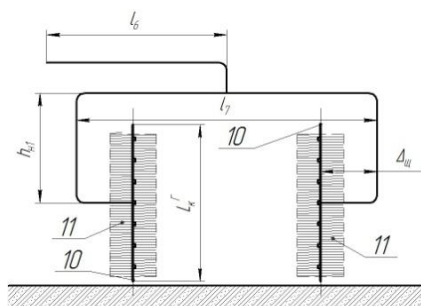
разрез А-А



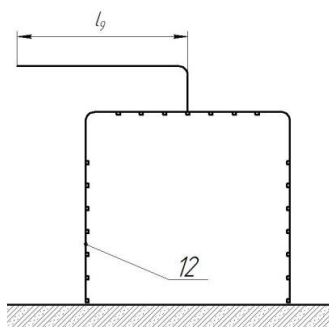
разрез Б-Б



разрез В-В



разрез Г-Г



разрез Д-Д

Рис. 39. Расчетная схема проектируемой моечной установки (разрезы):

- 1 – заборный колодец; 2 – сетка с всасывающим клапаном; 3 – задвижка;
 4 – насос; 5 – трубопроводы; 6 – моечная рамка; 7 – рамка смачивания;
 8 – щетка горизонтальная; 9 – консоль горизонтальная; 10 – консоль вертикальная;
 11 – щетка вертикальная; 12 – рамка ополаскивания

Гидравлический расчет ведут при работе мойки на максимальном расходе и напоре. Сначала моеющий раствор будет подаваться в моечную рамку (1 режим), затем одновременно в моечную и рамку смачивания (2 режим),

затем в рамку смачивания и одновременно в горизонтальные и вертикальные консоли (3 режим), затем в консоли и рамку ополаскивания (4 режим). Имеем несколько режимов работы гидравлической части моечной установки, из которых необходимо выбрать режим максимального расхода и напора, если мойка осуществляется по одному автомобилю. Если мойка автомобилей будет осуществляться непрерывно, т.е. несколько автомобилей будут находиться на линии одновременно с некоторым интервалом, тогда режим максимального расхода и напора будет соответствовать одновременной работе всех рамок (режим 5). Расчет будем вести на 5 режиме.

Для подачи воды используют один или несколько обычно центробежных или вихревых насосов, если нужен большой напор при малой подаче, то применяют поршневые насосы.

В соответствии с рекомендациями принимаем (см. рис. 38):

$$h_b = (1..3) = 2 \text{ м}; \quad l_1 = 3 \text{ м}; \quad l_2 = 25 \text{ м}.$$

Вычисляем значения h_n , l_3 и l_4 , приняв $\Delta_b = \Delta_l = 0,25 \text{ м}$:

$$h_n = h_b + X + H_k^b + \Delta_b = 2 + 0,35 + 1,7 + 0,25 = 4,3 \text{ м};$$

$$l_3 = l_4 = l_5 = l_6 = l_9 = X + 0,5L_{pm} = 0,35 + 0,5 \cdot 1,8 + 0,25 = 1,5 \text{ м}.$$

Значения длин l_8 , l_9 , l_{10} , l_{11} , l_{12} принимаются конструктивно, ориентировочно можно принять:

$$l_8 = l_9 = l_{10} = l_{11} = l_{12} = (0,5...1)L_{тс} = (0,5...1)4,29 = (2,15...4,29) \text{ м}.$$

Примем $l_8 = l_9 = l_{10} = l_{11} = l_{12} = 2,2 \text{ м}$.

Значения величин Δ_n (расстояние от начала конвейера до моещей рамки) и Δ_k (расстояние от рамки сушки до конца конвейера) примем ориентировочно с учетом длины транспортного средства:

$$\Delta_n = 0,5L_a = 0,5 \cdot 4,29 = 2,15 \text{ м}; \quad \Delta_k = L_a = 4,29 \text{ м}.$$

Значения длины l_7 принимаются конструктивно, можно принять $\Delta_{ш} = 0,2 \text{ м}$, тогда

$$l_7 = 2X + L_{pm} + 4\Delta_{ш} = 2 \cdot 0,35 + 1,8 + 4 \cdot 0,2 = 1,68 \approx 1,7.$$

Диаметр трубопровода на участках 1 и 2 равен $d_1 = d_2 = d_n^{тп} = 0,065 \text{ м}$, на остальных участках.

2. Проводим расчет потерь давления на преодоление гидравлических сопротивлений при наличии одного транзитного расхода на первом и втором участках.

Для I участка. На нем имеются местные сопротивления в виде сетки, всасывающего клапана, задвижки и одного колена. С достаточной для прак-

тических расчетов точно можно считать, что для сетки $\xi = 9,7$, для всасывающего клапана – 7, для задвижки – 5,5, для колена – $\xi = 0,2$, тогда

$$\sum \xi_1 = 9,7 + 7 + 5,5 + 0,2 = 22,4.$$

Расход на первом участке в соответствии с принятой схемой работы установки будет равен сумме расходов через все рамки:

$$Q_1 = Q_2 = Q = 0,039 \text{ м/с}^3.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 1} = 0,0125 \cdot Q_1^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,039^{-0,125} = 0,019.$$

Потери давления на первом участке, при $\rho_{\text{н}} = 1000 \text{ кг/м}^3$:

$$\begin{aligned} \Delta P_1^{\tau} &= \left(\sum \xi_1 + \lambda_{\tau 1} \frac{l_1}{d_1} \right) \frac{16 Q_1^2}{2 \pi^2 d_1^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(22,4 + 0,019 \frac{3}{0,07} \right) \frac{16 \cdot 0,039^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,065^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,3444 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Для II участка. На нем имеются местные сопротивления в виде сопротивления в виде задвижки и четырех колен, тогда

$$\sum \xi_2 = 5,5 + 4 \cdot 0,2 = 6,3.$$

Расход на первом участке в соответствии с принятой схемой работы установки будет равен расходу на первом участке:

$$Q_2 = Q_1 = 0,039 \text{ м/с}^3.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 2} = \lambda_{\tau 1} = 0,019.$$

Потери давления на втором участке:

$$\begin{aligned} \Delta P_2^{\tau} &= \left(\sum \xi_2 + \lambda_{\tau 2} \frac{l_2}{d_2} \right) \frac{16 Q_2^2}{2 \pi^2 d_2^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(6,3 + 0,019 \frac{25}{0,065} \right) \frac{16 \cdot 0,039^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,065^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1999 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

На III участке расход будет равен расходу через мощную рамку $Q_3 = Q_{\text{мр}} = 0,008 \text{ м/с}^3$. На нем имеются местные сопротивления в виде трех колен:

$$\sum \xi_3 = 3 \cdot 0,2 = 0,6.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 3} = 0,0125 Q_3^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,008^{-0,125} = 0,023.$$

Потери давления на третьем участке, при $d_3 = d_{\text{мр}}^{\text{тп}} = 0,025$ м:

На IV участке расход будет равен расходу через рамку смачивания $Q_4 = Q_{\text{см}} = 0,010$ м³/с. На нем имеются местные сопротивления в виде трех колен:

$$\sum \xi_{\tau 4} = 3 \cdot 0,2 = 0,6.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 4} = 0,0125 Q_4^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,010^{-0,125} = 0,022.$$

Потери давления на четвертом участке, при $d_4 = d_{\text{с}}^{\text{тп}} = 0,04$ м

$$\begin{aligned} \Delta P_4^{\tau} &= \left(\sum \xi_{\tau 4} + \lambda_{\tau 4} \frac{l_4 + l_8}{d_4} \right) \frac{16 Q_4^2}{2 \pi^2 d_4^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(0,6 + 0,022 \frac{1,5 + 2,2}{0,04} \right) \frac{16 \cdot 0,010^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,04^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1683 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

На V участке расход будет равен расходу через горизонтальную консоль $Q_5 = Q_{\text{к}}^{\text{г}} = 0,004$ м³/с. На нем имеются местные сопротивления в виде двух колен:

$$\sum \xi_{\tau 5} = 2 \cdot 0,2 = 0,4.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 5} = 0,0125 \cdot Q_5^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,004^{-0,125} = 0,025.$$

Потери давления на пятом участке, при $d_5 = d_{\text{тк}}^{\text{тп}} = 0,025$ м:

$$\begin{aligned} \Delta P_5^{\tau} &= \left(\sum \xi_{\tau 5} + \lambda_{\tau 5} \frac{l_5 + l_8 + l_9}{d_5} \right) \frac{16 \cdot Q_5^2}{2 \pi^2 d_5^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(0,4 + 0,025 \frac{1,5 + 2,2 + 2,2}{0,025} \right) \frac{16 \cdot 0,010^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,025^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1683 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

На VI участке расход будет равен расходу через две вертикальные консоли $Q_6 = Q_{\text{к}}^{\text{в}} = 2 \cdot 0,004 = 0,008$ м³/с. На нем имеются местные сопротивления в виде 8 колен:

$$\sum \xi_{\tau 6} = 8 \cdot 0,2 = 1,6.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 6} = 0,0125 Q_6^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,008^{-0,125} = 0,023.$$

Потери давления на нем, при $d_6 = d_{\text{БК}}^{\text{ТП}} = 0,025$ м:

$$\Delta P_6^{\text{т}} = \left(\sum \xi_{56} + \lambda_{\tau 6} \frac{l_6 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_7}{d_6} \right) \frac{16 \cdot Q_6^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot d_6^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} =$$

$$= \left(1,6 + 0,025 \frac{1,5 + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 1,7}{0,025} \right) \frac{16 \cdot 0,008^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,025^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,421 \text{ МПа.}$$

На VII участке расход будет равен расходу через рамку ополаскивания $Q_7 = Q_0 = 0,010$ м³/с. На нем имеются местные сопротивления в виде трех колен:

$$\sum \xi_{57} = 3 \cdot 0,2 = 0,6.$$

Коэффициент потерь на трение

$$\lambda_{\tau 7} = 0,0125 Q_7^{-0,125} = 0,0125 \cdot 0,010^{-0,125} = 0,022.$$

Потери давления на седьмом участке, при $d_7 = d_0^{\text{ТП}} = 0,04$ м:

$$\Delta P_7^{\text{т}} = \left(\sum \xi_{54} + \lambda_{\tau 7} \frac{l_6 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11}}{d_7} \right) \frac{16 Q_7^2}{2 \pi^2 d_7^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} =$$

$$= \left(0,6 + 0,022 \frac{1,5 + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 2,2}{0,04} \right) \frac{16 \cdot 0,010^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,04^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,2183 \text{ МПа.}$$

При протекании воды по моющей рамке и рамке смачивания часть воды будет уходить через сопла, находящиеся на них. Такой расход называется путевым и рассчитывается по формуле (42).

Коэффициент сопротивления одного насадка определяется по выражению

$$\xi_{\text{н}} = \frac{1}{\varphi^2} - 1 = \frac{1}{0,963^2} - 1 = 0,08.$$

Соответственно, зная количество насадков и умножив это число на величину $\xi_{\text{н}} = 0,08$, находим общее сопротивление рамок и величину потерь:

– для моющей рамки:

$$\xi_{\text{мп}} = n_{\text{м}} \xi_{\text{н}} = 11 \cdot 0,08 = 0,88;$$

$$\Delta P_1^{\text{п}} = \left(\sum \xi_{\text{мп}} + 0,33 \lambda_{\tau 3} \frac{L_{\text{мп}}}{(d_{\text{мп}}^{\text{ТП}})} \right) \frac{16 \cdot Q_{\text{мп}}^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot (d_{\text{мп}}^{\text{ТП}})^4} \rho_{\text{н}} \cdot 10^{-6} =$$

$$= \left(0,88 + 0,33 \cdot 0,023 \frac{1,8}{0,025} \right) \frac{16 \cdot 0,008^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot (0,025)^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1704 \text{ МПа;}$$

– для рамки смачивания, помимо сопротивления форсунок, будет еще 4 поворота с сопротивлением 0,2:

$$\xi_{pc} = n_{cm} \xi_H = 44 \cdot 0,08 = 3,52;$$

$$\begin{aligned} \Delta P_2^{\text{II}} &= \left(\sum \xi_{pc} + 0,33 \lambda_{r4} \frac{L_{cm}}{(d_4^{\text{TP}})} \right) \frac{16 \cdot Q_4^2}{2 \cdot \pi^2 \cdot (d_4^{\text{TP}})^4} \rho_H \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(3,52 + 2 \cdot 0,08 + 0,33 \cdot 0,022 \frac{5,2}{0,04} \right) \frac{16 \cdot 0,01^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot (0,04)^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1828 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

– для горизонтальной консоли:

$$\xi_k^{\text{I}} = n_k^{\text{I}} \xi_H = 15 \cdot 0,08 = 1,2;$$

$$\begin{aligned} \Delta P_3^{\text{II}} &= \left(\sum \xi_k^{\text{I}} + 0,33 \lambda_{r5} \frac{L_k^{\text{I}}}{(d_5^{\text{TP}})} \right) \frac{16 Q_5^2}{2 \pi^2 (d_5^{\text{TP}})^4} \rho_H \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(1,2 + 0,33 \cdot 0,025 \frac{1,8}{0,025} \right) \frac{16 \cdot 0,004^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot (0,025)^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,0476 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

– для двух вертикальных консолей:

$$\xi_k^{\text{B}} = 2 n_k^{\text{B}} \xi_H = 2 \cdot 15 \cdot 0,08 = 2,4;$$

$$\begin{aligned} \Delta P_4^{\text{II}} &= \left(\sum \xi_k^{\text{B}} + 0,33 \lambda_{r6} \frac{2 L_k^{\text{B}}}{(d_6^{\text{TP}})} \right) \frac{16 Q_6^2}{2 \pi^2 (d_6^{\text{TP}})^4} \rho_H \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(2,4 + 0,33 \cdot 0,025 \frac{3,4}{0,025} \right) \frac{16 \cdot 0,008^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot (0,025)^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,0934 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

– для рамки ополаскивания, помимо сопротивления форсунок, будет еще 4 поворота с сопротивлением 0,2:

$$\xi_{po} = n_o \xi_H = 44 \cdot 0,08 = 3,52;$$

$$\begin{aligned} \Delta P_5^{\text{II}} &= \left(\sum \xi_{pc} + 0,33 \lambda_{r7} \frac{L_o}{(d_7^{\text{TP}})} \right) \frac{16 Q_7^2}{2 \pi^2 (d_7^{\text{TP}})^4} \rho_H \cdot 10^{-6} = \\ &= \left(3,52 + 2 \cdot 0,08 + 0,33 \cdot 0,022 \frac{5,2}{0,04} \right) \frac{16 \cdot 0,01^2}{2 \cdot 3,14^2 \cdot (0,04)^4} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} = 0,1828 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Общие потери напора насоса на сопротивления составят, МПа:

$$\begin{aligned} \sum \Delta P &= \Delta P_1^{\text{I}} + \Delta P_2^{\text{I}} + \Delta P_3^{\text{I}} + \Delta P_4^{\text{I}} + \Delta P_1^{\text{II}} + \Delta P_2^{\text{II}} + \Delta P_3^{\text{II}} + \Delta P_4^{\text{II}} + \Delta P_5^{\text{II}} = \\ &= 0,3444 + 0,1999 + 0,2365 + 0,0918 + 0,1683 + 0,4210 + 0,2183 + \\ &\quad + 0,1704 + 0,1828 + 0,0486 + 0,0934 + 0,1828 = 2,3574. \end{aligned}$$

Преодолеваемое насосом установки геометрическое давление, МПа:

$$P_{\Gamma} = (h_{\text{в}} + h_{\text{н}}) \rho_{\text{н}} g \cdot 10^{-6} = (2 + 4,3) \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,0618.$$

Давление насоса проектируемой установки, МПа:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{нм}} + P_{\text{нс}} + \sum \Delta P + P_{\Gamma} = 2,1 + 0,25 + 2,3574 + 0,0618 = 4,7692.$$

Для выбора насоса переводим давление $P_{\text{сум}}$ в метры водного столба с учетом того, что 1 МПа = 101,97 м напора водяного столба:

$$P_{\text{сум}} = 101,97 \cdot 4,7692 = 486,31 \text{ м.в.ст.}$$

Необходимо также перевести значение максимального расхода воды из м³/с в м³/ч:

$$Q_{\text{max}} = Q = 3600 \cdot 0,039 = 141,16 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Руководствуясь давлением $P_{\text{сум}}$ и значением расхода Q_{max} в режиме максимальной загрузки, а также с учетом допускаемого занижения показателей насоса на 5...10% от расчетных показателей по каталогу (прил. П5) выбираем насос, отвечающий двум условиям:

$$\begin{cases} P_{\text{насоса табл}} = 480 > (0,90...1)P_{\text{сум}} = 437,68...486,31; \\ Q_{\text{насоса табл}} = 300 > (0,90...1)Q_{\text{max}} = 127,04...141,16. \end{cases}$$

Выбираем многоступенчатый центробежный насос марки ЦНС (Г) 300-480 с подачей $Q_{\text{насоса табл}} = 300 \text{ м}^3/\text{час}$, с напором $P_{\text{насосатабл}} = 480 \text{ м.в.ст}$ и частотой вращения $n_{\text{насоса табл}} = 1500 \text{ мин}^{-1}$.

Напор выбранного насоса меньше расчетного на 1,3% ($\Delta P = 100 \frac{P_{\text{насосатабл}} - P_{\text{сум}}}{P_{\text{сум}}} = 100 \frac{480 - 486,13}{486,13} = -1,3\%$), что допустимо.

С учетом расчетных показателей напора и подачи подбираем к насосу электродвигатель:

$$N_{\text{двиг.р}} = \frac{Q_{\text{max}} P_{\text{сум}} \cdot 10^6}{102 \eta_{\text{н}} \eta_{\text{э}} g} = \frac{0,039 \cdot 4,7692 \cdot 10^6}{102 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 81} = 136,53 \text{ кВт},$$

где $\eta_{\text{н}} = 0,7$ – КПД насоса; $\eta_{\text{э}} = 0,87...0,92$ – КПД электродвигателя, принимаем $\eta_{\text{э}} = 0,9$.

После этого выбираем по $n_{\text{насоса.табл}}$ электродвигатель по прил. П6, отвечающий двум условиям, с учетом допускаемого занижения мощности двигателя на 5...10% от расчетных показателей:

$$\begin{cases} N_{\text{двиг. табл}} \geq (0,90...1)N_{\text{двиг. р}} = 122,87...136,53; \\ n_{\text{двиг. табл}} = 1500 = n_{\text{насоса. табл}} = 1500. \end{cases}$$

Для привода насоса выбираем двигатель (прил. Пб) марки: АИР280М4 мощностью $N_{\text{двиг. табл}} = 132$ кВт, частотой вращения $n_{\text{двиг. табл}} = 1500$ мин⁻¹ и КПД, равным $\eta_{\text{э}} = 95,5$.

Мощность выбранного насоса меньше расчетного на 3,31% ($\Delta_N = 100 \frac{N_{\text{двиг. табл}} - N_{\text{двиг. р}}}{N_{\text{двиг. р}}} = 100 \frac{132 - 136,53}{132} = -3,31\%$), что допустимо.

Кроме того, КПД выбранного двигателя больше, чем значение, принятое при расчете мощности $N_{\text{двиг. табл}}$.

6.3. Пример расчета щеточного узла моечной установки

Ниже приведен примера расчета щеточного узла моечной установки.

1. Определяем линейную скорость щеток, приняв радиус щетки $r = 1$ м из интервала 1...1,5 м, а частоту вращения щетки $n = 150$ мин⁻¹, из интервала 150...200 мин⁻¹:

$$V_{\text{л}} = \frac{2\pi r n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 150}{60} = 15,7 \text{ м/с.}$$

2. Определяем скорость перемещения конвейера мойки, приняв $i = 120$ из интервала 110...130:

$$6 < V_{\text{к}} = \frac{2\pi r n}{i} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 150}{120} = 7,85 < 9, \text{ м/мин.}$$

Условие выполнилось, значит нет необходимости корректировать частоту вращения щеток и(или) их радиус.

3. Определяем площадь деформируемой части щетки (рис. 28), приняв центральный угол работающего сектора щетки равным $\alpha = 60^\circ$:

$$S_{\text{с}} = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{r^2 \sin \alpha}{2} = \frac{3,14 \cdot 1^2 \cdot 60}{360} - \frac{1^2 \sin 60^\circ}{2} = 0,09 \text{ м}^2.$$

При работе установки ротационные щетки прижимаются к очищаемой поверхности с помощью пружин, пневматических или гидравлических цилиндров, а также посредством противовесов.

4. Определяем массу нитей, подверженных деформации на вертикальной щетке $m_{\text{в}}$, и массу нитей, подверженных деформации на горизонтальной щетке $m_{\text{г}}$, приняв высоту вертикальной щетки $h^{\text{в}} = (0,1...0,15)H_{\text{тс}} = 1,69 - (0,10...0,15) = 1,59...1,54$ м, принимаем 1,55 м; длину горизонтальной щетки $h^{\text{г}} = (0,1...0,15)B_{\text{тс}} = 1,77 - (0,10...0,15) = 1,67...1,63$ м, принимаем 1,65 м; плотность материала нитей из капрона $\rho_{\text{ш}} = 1200$ кг/м³; коэффициент наполнения щетки в зоне деформации $K_{\text{н}} = 0,018$ из интервал 0,018...0,020, по выражениям:

$$m^{\text{в}} = S_{\text{с}} h^{\text{в}} \rho_{\text{ш}} K_{\text{н}} = 0,09 \cdot 1,55 \cdot 1200 \cdot 0,018 = 3,04 \text{ кг;}$$

$$m^{\Gamma} = S_c h^{\Gamma} \rho_{\text{ш}} K_{\text{H}} = 0,09 \cdot 1,65 \cdot 1200 \cdot 0,018 = 3,28 \text{ кг.}$$

5. Определяем центробежную силу для вертикальной щетки $P_{\text{Ц}}^{\text{B}}$ и центробежную силу для горизонтальной щетки $P_{\text{Ц}}^{\Gamma}$:

$$P_{\text{Ц}}^{\text{B}} = \frac{m^{\text{B}} V_{\text{л}}^2}{r} = \frac{3,04 \cdot 15,7^2}{1} = 750,18 \text{ Н;}$$

$$P_{\text{Ц}}^{\Gamma} = \frac{m^{\Gamma} V_{\text{л}}^2}{r} = \frac{3,28 \cdot 15,7^2}{1} = 807,88 \text{ Н.}$$

6. Определяем мощность на привод одной горизонтальной щетки W^{Γ} и одной вертикальной щетки W^{B} , приняв коэффициент запаса по мощности, учитывающий потери на деформацию нитей, разбрызгивание капель воды, перемешивание воздуха, потери в подшипниках и механизмах привода $K_3 = 1,8$ из интервала 1,8...2,2, а коэффициент трения скольжения нитей по поверхности кузова $f = 0,1$:

$$W^{\Gamma} = K_3 P_{\text{Ц}}^{\Gamma} V_{\text{л}} f = 1,8 \cdot 750,18 \cdot 15,7 \cdot 0,1 = 2120 \text{ Вт;}$$

$$W^{\text{B}} = K_3 P_{\text{Ц}}^{\text{B}} V_{\text{л}} f = 1,8 \cdot 807,88 \cdot 15,7 \cdot 0,1 = 2283,08 \text{ Вт.}$$

7. Рассчитываем суммарную мощность с учетом соответственно количества горизонтальных и вертикальных щеток $n_{\text{Ц}}^{\Gamma} = 1$ и $n_{\text{Ц}}^{\text{B}} = 2$:

$$W_{\Sigma} = n_{\text{Ц}}^{\Gamma} W^{\Gamma} + n_{\text{Ц}}^{\text{B}} W^{\text{B}} = 1 \cdot 2120 + 2 \cdot 2283,08 = 6523,09 \text{ Вт.}$$

8. Рассчитываем максимальный расход воды на мойку одного ТС при одном проходе щеток. Для этого находим время мойки и смачивания t_1 , время работы консолей щеток – t_2 и время ополаскивания t_3 при длине автомобиля $L_a = 4,29$ м, приняв для упрощения расчетов, что $t_1 = t_2 = t_3$:

$$t_1 = t_2 = t_3 = \frac{60 L_a}{V_{\text{к}}} = \frac{60 \cdot 4,29}{7,85} = 32,79 \text{ с.}$$

Тогда максимальный расход воды на мойку одного ТС при одном проходе щеток и $t_1 = t_2 = t_3$:

$$Q_{\text{ТС}} = (Q_{\text{MP}} + Q_{\text{CM}}) t_1 + (Q_{\text{к}}^{\text{B}} + Q_{\text{к}}^{\Gamma}) t_2 + Q_0 t_3 = t_1 Q = 1,29 \text{ м}^3.$$

9. Определяем число автомобилей, проходящих через мойку в течение часа, приняв коэффициент неравномерности поступления ТС $K_{\text{H}} = 1,5$ из интервала 1,3...1,5, а расстояние между автомобилями на конвейере, равным $I = 1,5$ м:

$$N_a = \frac{60 V_{\text{к}}}{(I + L_a) K_{\text{H}}} = \frac{60 \cdot 7,85}{(1,5 + 4,29) \cdot 1,5} = 53,99 \approx 60 \text{ шт.}$$

10. Определяем часовой расход воды:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ТС}} N_{\text{а}} = 1,29 \cdot 60 = 69,43 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6.4. Пример расчета конвейера для моечной установки

Расчет цепи тянущего (толкающего) конвейера ведут по разрывному усилию исходя из запаса прочности $K_3 = 2 \dots 5$.

1. Определяемся с типом конвейера и количеством ветвей: по исходным данным конвейер, частично несущий с одной ветвью с двумя цепями.

2. Выбираем первоначальный размер цепи по ГОСТ 588–81 конструктивно по прил. П10 (рис. 34, б): для частично несущего конвейера используем тип 4: цепь М20-4-125-1 (Тип 4) ГОСТ 588–81 – тяговая пластинчатая катковая с ребордами на катках. Цепь движется в направляющих, выполненных из швеллера № 10 (рис. 34, б).

3. Находим статическую тяговую нагрузку на цепи. Сначала необходимо также установить число $z_{\text{оа}}$ автомобилей, находящихся на конвейере одновременно. Данную величину можно установить с учетом режима работы моечной установки. В нашем случае мойка ведется непрерывно, автомобили следуют друг за другом с некоторым интервалом a . В таком случае с учетом схемы моечной установки (рис. 38) и формулы (77):

Длина линии обслуживания составит:

$$\begin{aligned} L_{\text{л}} &= \Delta_{\text{н}} + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} + \Delta_{\text{к}} = \\ &= 2,15 + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 2,2 + 4,29 = 17,44 \text{ м}. \end{aligned}$$

Число автомобилей на линии при интервале между ними, равном $a = 1,5$ м:

$$z_{\text{оа}} = \frac{L_{\text{л}} + a}{L_{\text{а}} + a} = \frac{17,44 + 1,5}{4,29 + 1,5} = 3,27 \approx 3 \text{ шт.}$$

Находим тяговое усилие $F_{\text{т}}$ на цепях конвейера, приняв коэффициент сопротивления качению для бетонного пола $f = 0,03$, а долю массы автомобиля, приходящуюся на конвейер для частично несущего, равной $\delta_{\text{д}} = 0,5$:

$$F_{\text{т}} = \delta_{\text{д}} z_{\text{оа}} m_{\text{а}} f g = 0,5 \cdot 3 \cdot 1400 \cdot 0,03 \cdot 9,81 = 618,03 \text{ Н}.$$

Общая длина цепей конвейера одной ветви конвейера при числе цепей $z_{\text{ц}} = 2$:

$$L_{\text{ц}} = 2 z_{\text{ц}} L_{\text{л}} = 2 \cdot 2 \cdot 17,44 = 69,76 \text{ м}.$$

Ширина настила конвейера составит с учетом того, что она принимается больше ширины колеса транспортного средства на $0,15 \dots 0,30$ м:

$$b_{\text{н}} = (0,15 \dots 0,30) + b_{\text{км}} = (0,15 \dots 0,30) + 0,175 = 0,325 \dots 0,475.$$

Принимаем $b_{\text{н}} = 0,35$.

Рассчитываем массу погонного метра настила, приняв для изготовления настила листовую сталь толщиной $h_{\text{н}} = 0,003$ м, плотность материала настила

$\rho_{\text{мн}} = 7800 \text{ кг/м}^3$, а коэффициент прерывистости настила, учитывающий величину зазора между пластинами конвейера, принимаем из интервала $0,80 \dots 0,95$, равным $k_{\text{пн}} = 0,90$.

$$q_{\text{н}} = k_{\text{пн}} b_{\text{н}} h_{\text{н}} \rho_{\text{мн}} = 0,9 \cdot 0,35 \cdot 0,003 \cdot 7800 = 7,37 \text{ кг/м.}$$

Находим вес цепи для несущего конвейера с настилом и грузом, приняв массу погонного метра цепи по прил. П10 $q = 1,25 \text{ кг/м}$:

$$\begin{aligned} G_{\text{ц}} &= (z_{\text{оа}} m_{\text{а}} \delta_{\text{д}} + L_{\text{ц}} (q + q_{\text{н}})) g = \\ &= (3 \cdot 1400 \cdot 0,5 + 69,76(1,25 + 7,37)) 9,81 = 26\,500,05 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Тяговое усилие на перемещение цепи $F_{\text{ц}}$ при коэффициенте трения качения роликов по направляющим, равном $f_1 = 0,01$:

$$F_{\text{ц}} = G_{\text{ц}} f_1 = 26500,05 \cdot 0,01 = 265,00 \text{ Н.}$$

Находим статическую тяговую нагрузку на 2 цепях, приняв коэффициент одновременной передачи тягового усилия для двухцепного конвейера $\varphi_{\text{п}} = 1,15$:

$$F_{\text{ст}} = \varphi_{\text{п}} (F_{\text{т}} + F_{\text{ц}}) = 1,15(618,03 + 265) = 1015,48 \text{ Н.}$$

3. Находим диаметр делительной окружности звездочки D_{o} в метрах для пластинчатой цепи при шаге $t = 0,125$, а количество зубьев (граней приводного вала) – $z = 10$ (число зубьев должно отвечать условию: $z \geq 6$):

$$D_{\text{o}} = \frac{t}{\sin(180/z)} = \frac{0,125}{\sin(180/10)} = 0,405 \text{ м.}$$

Находим приведенную массу движущихся частей конвейера и груза для частично несущего конвейера, приняв массу автомобилей, приходящуюся на цепи ветви конвейера, равной $q_1 = z_{\text{оа}} m_{\text{а}} \delta_{\text{д}} = 3 \cdot 1400 \cdot 0,5 = 2100 \text{ кг}$, а коэффициент приведения, зависящий от длины линии обслуживания, выбрав равным $c = 2$ из условий: при $L_{\text{л}} < 25 \text{ м}$ $c = 2$; при $L_{\text{л}} = 25 \dots 60 \text{ м}$ $c = 1,5$; при $L_{\text{л}} > 60 \text{ м}$ $c = 1$; q – масса погонного метра цепи, кг/м:

$$m = q_1 + c(q + q_{\text{н}}) L_{\text{ц}} = 2100 + 2 \cdot (1,25 + 7,37) \cdot 69,76 = 3302,66 \text{ кг.}$$

Вычисляем динамическую нагрузку на цепи, приняв окружную скорость звездочки конвейера равной линейной скорости конвейера $v_{\text{o}} = v_{\text{к}} = 7,85 \text{ м/мин} = 7,85 / 60 = 0,13 \text{ м/с}$, определенной при расчете щеточно-го узла:

$$F_{\text{дин}} = \frac{6 m v_{\text{o}}^2 \pi^2}{z^2 t} = \frac{6 \cdot 3302,66 \cdot 0,13^2 \cdot 3,14^2}{10^2 \cdot 0,125} = 264,15 \text{ Н.}$$

Тогда полная нагрузка на цепь:

$$F_{\Sigma} = F_{\text{ст}} + F_{\text{дин}} = 1015,48 + 264,15 = 1279,63 \text{ Н.}$$

4. Мощность привода цепных конвейеров определяют для установившегося движения и периода пуска.

Находим сопротивление тягового органа при огибании звездочек и вследствие трения в подшипниках вала звездочки, приняв $\eta = 0,96$ из интервала $\eta = 0,96..0,98$.

$$F_{\Sigma} = F_{\Sigma}(1 - \eta) = 1279,63(1 - 0,98) = 51,19 \text{ Н.}$$

В период установившегося движения расчетное усилие F_y , действующее на цепь:

$$F_y = F_{\Sigma} + \Delta F_{\Sigma} = 1279,63 + 51,19 = 1330,82 \text{ Н.}$$

Находим силу инерции движущихся масс, приняв время разгона, за которое будет достигнута скорость $v_k = 0,13$ м/с, равным $t = 1$ с из интервала $0,5...1$ с

$$F_{ин} \approx m \frac{v_k}{t} = 3302,66 \frac{0,13}{1} = 429,35 \text{ Н.}$$

Расчетное пусковое усилие, действующее на цепь в период пуска:

$$F_{пуск} = F_y + F_{ин} = 1330,82 + 429,35 = 1760,17 \text{ Н.}$$

Выбранную цепь проверяем по условию прочности, приняв коэффициент запаса из интервала $K_3 = 2...5$, равным $K_3 = 2$, разрывное усилие для выбранной цепи $F_p = 20$ кН:

$$F_p z_{ц} = 20\,000 \cdot 2 = 40\,000 \geq K_3 F_{пуск} = 5 \cdot 1760,17 = 8800,83.$$

Мощность N_y , кВт, в период установившегося движения при механическом КПД всех звеньев механизма от вала приводной звездочки до вала двигателя, равном $\eta_M = 0,85$, при числе параллельных ветвей в конвейере $z_{пв} = 1$:

$$N_y = \frac{F_y v_k z_{пв}}{1000 \eta_M} = \frac{1330,82 \cdot 0,13 \cdot 1}{1000 \cdot 0,85} = 0,204 \text{ кВт.}$$

Мощность $N_{пуск}$, кВт в период пуска:

$$N_{пуск} = \frac{F_{пуск} v_k z_{ц}}{1000 \eta_M} = \frac{1760,17 \cdot 0,13 \cdot 1}{1000 \cdot 0,85} = 0,269 \text{ кВт.}$$

Для асинхронных двигателей должно соблюдаться условие:

$$\frac{N_{пуск}}{N_y} = \frac{0,269}{0,204} = 1,32 < 1,5.$$

Условие выполнено, в противном случае следует использовать электродвигатели с улучшенными пусковыми характеристиками.

Частота вращения ведущей звездочки n , мин^{-1} :

$$n = \frac{60v_k}{\pi D_o} = \frac{60 \cdot 0,13}{3,14 \cdot 0,402} = 6,22 \text{ мин}^{-1}.$$

Для привода выбираем двигатель (прил. П6) марки: АИР 80 В8 мощностью 0,55 кВт с частотой вращения $n_s = 750 \text{ мин}^{-1}$.

Суммарное передаточное число i механизмов приводной станции:

$$i = \frac{n_s}{n} = \frac{750}{6,22} = 120,58.$$

Следующим этапом расчета моечной установки является определение параметров очистных сооружений оборотного водоснабжения.

6.5. Пример расчета очистных сооружений

Проведем расчет очистных сооружений с учетом предыдущих расчетов.

1. Определяем размеры песколовки. Расчет песколовки с контейнерами (рис. 37) для сбора осадка предусматривает скорость протекания сточных вод $V_{\Pi} = 0,15 \text{ м/с}$. Площадь сечения потока

$$F = \frac{Q}{V_{\Pi}} = \frac{0,39}{0,15} = 0,261 \text{ м}^2.$$

Ширину песколовки B принимаем обычно равной 1 м. При этом длина ее:

$$L_{\Pi} = K \frac{H_p V_{\Pi}}{U_o} = 1,3 \frac{0,261 \cdot 0,15}{18 \cdot 10^{-3}} = 2,83 \text{ м},$$

где $K = 1,3$ – коэффициент запаса по длине; $H_p = F/B = 0,261/1 = 0,261 \text{ м}$ – расчетная глубина проточного слоя песколовки; U_o – гидравлическая крупность взвешенных частиц, которая характеризует их размер, форму, плотность, от которых зависит скорость оседания. Для песка $U_o = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$.

Находим расстояние l от начала стока до стенки песколовки (длина канавы), м;

$$l = 0,5 + L_a = 0,5 + 4,29 = 4,79 \text{ м}.$$

Находим глубину от пола до уровня воды в песколовке H_{Π} , приняв глубину канавы $H_k = 1,2 \text{ м}$ из интервала 1,2...1,4:

$$H_{\Pi} = 1,2 + 0,03 \cdot 4,79 = 1,34 \text{ м}.$$

Находим общую глубину песколовки, приняв глубину осадочной части песколовки $H_o = 1,0...1,5 \text{ м}$, равной $H_o = 1 \text{ м}$:

$$H_{об} = 1,34 + 0,261 + 1 = 2,6 \text{ м}.$$

Находим объем приемного резервуара, он рассчитывается исходя из пятнадцатиминутного пребывания в нем сточных вод:

$$V_{пр} = 900Q = 900 \cdot 0,039 = 35,1 \text{ м}^3.$$

Форма резервуара выбирается произвольно.

Насосная станция первого подъема укомплектовывается насосами, производительность которых определяется притоком сточных вод.

2. Рассчитываем размеры и количество гидроциклонов. Гидроциклоны рассчитываются по гидравлической нагрузке, которая в расчетах рассмотренной конструкции гидроциклонов принимается постоянной $M_{гц} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Находим площадь водного зеркала гидроциклона:

$$S_B = \frac{Q}{M_{гц}} = \frac{0,039}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 20,64 \text{ м}^2.$$

Принимаем диаметр гидроциклона $D_{г} = 2,0 \text{ м}$.

Фактическая площадь зеркала воды одного гидроциклона:

$$S_{зв} = \frac{\pi D_{г}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ м}^2.$$

Количество гидроциклонов с учетом одного резервного:

$$N_{г} = (S_B/S_{зв}) + 1 = (20,64/3,14) + 1 = 7,57, \text{ принимаем } 8.$$

Насосная станция второго подъема должна укомплектовываться насосами такой же производительности, что и насосы первого подъема. Напор должен определяться с учетом потерь в фильтрах, которые ориентировочно составляют около 0,1 МПа.

3. Определяем площадь фильтрования. Фильтры применяем типовые, Бийского котельного завода. Средняя скорость фильтрования $V_{ф} = 10 \text{ м/ч}$.

Требуемая площадь фильтров:

$$F_{ф} = 3600 \frac{Q}{V_{ф}} = 3600 \frac{0,039}{10} = 14,12 \text{ м}^2.$$

4. Определяем объем резервуара очищенной воды исходя из расчета обеспечения 30-минутного запаса воды для мойки:

$$V_{рез} = 0,5 Q_{ч} = 0,5 \cdot 69,43 = 34,72 \text{ м}^3.$$

5. Определяем объем камеры бензомаслоуловителя:

$$V_6 = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{5} \right) LBH_{об} = \frac{1}{5} 2,83 \cdot 1 \cdot 2,6 = 1,47 \text{ м}^3.$$

6. Находим объем бака для сбора нефтепродуктов исходя из их содержания в сточных водах $C = 0,85 \text{ кг/м}^3$, количество рабочих смен в сутках, можно принять равным $Z = 1$, продолжительность рабочей смены $T = 8 \text{ ч}$, а плотность нефтепродуктов $\rho_{н} = 850 \text{ кг/м}^3$:

$$V_{БН} = CZT \frac{Q_{ч}}{\rho_{н}} = 0,85 \cdot 1 \cdot 8 \frac{69,43}{850} = 0,56 \text{ м}^3.$$

Бак для сбора нефтепродуктов выбираем таким, чтобы его наполнение продолжалось не менее суток, но при этом он должен помещаться в кузове грузового автомобиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие отражает накопленный авторами опыт преподавания дисциплин, связанных с конструкцией и расчетом оборудования для мойки кузова автомобиля. Целью пособия было описание общего принципа работы, некоторых особенностей конструкции и работы струйно-щеточных моечных установок с конвейером и очистными сооружениями, а также изложение методики расчета качественных и количественных характеристик струйно-щеточной туннельной моечной установки максимально доступно. Для лучшего понимания методики расчета приведен подробный пример расчета. Пособие ориентировано, прежде всего, на студентов, обучающихся по направлениям 23.03.03 и 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», а также по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». Наличие большого объема графического иллюстрационного материала позволяет лучше понять классификацию, принцип работы, общее устройство оборудования для внешней мойки автомобильного подвижного состава.

Также пособие направлено на развитие интереса обучающихся к изучению взаимосвязи параметров элементов моечного оборудования, влияющих на качество моечных работ, производительность и экономичность моечных установок, и стремлению их к поиску дополнительной информации по данному направлению – самообучению.

Освоение представленного в пособии материала будет полезно студентам в дальнейшем при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в профессиональной деятельности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные мойки. Автоматическая мойка колес в паркинге. Проектирование. Мойка колес в шиномонтаже [Электронный ресурс]. – URL : <https://garhi.ru/wp-content/uploads/2013/08/avtomoyki.pdf> (дата обращения : 23.10.2023)
2. Автомобильный справочник / Б. С. Васильев и др. ; под общ. ред. В. М. Приходько. – М. : Машиностроение, 2004.
3. Афанасиков, Ю. И. Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий / Ю. И. Афанасиков. – М. : Транспорт, 1987. – 174 с.
4. Бондаренко, Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 304 с.
5. Власов, Ю. А. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко. – Томск : изд-во Томск. архит.-строит. ун-та, 2004. – 277 с.
6. Глазков, Ю. Е. Проектирование технологического оборудования для ремонта машинно-тракторного парка [Электронный ресурс] : справ. сведения

и методика расчета для студ. 3 курса напр. 190600.62, 110800.62 / Ю. Е. Глазков, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев. – Тамбов : ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014.

7. Епифанов, Л. И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Л. И. Епифанов, Е. А. Епифанова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 352 с.

8. Исаенко, В. Д. Типаж и эксплуатация технологического оборудования (Автомобильный транспорт) : учебное пособие / В. Д. Исаенко, П. В. Исаенко, А. В. Исаенко // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2021. – 260 с. – URL : <https://www.iprbookshop.ru/123753.html> (дата обращения: 23.09.2023).

9. Кудрин, А. И. Основы расчета нестандартизованного оборудования для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : учебное пособие / А. И. Кудрин. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 168 с.

10. Механизация процессов технической эксплуатации. Средства технического оснащения автосервиса : учебное пособие / составители В. С. Ивашко и др. // Лань : электронно-библиотечная система. – Минск : БНТУ, 2016. – 84 с. – URL : <https://e.lanbook.com/book/248075> (дата обращения: 23.10.2023).

11. Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей : учебное пособие : в 3 частях / Е. Л. Савич, А. С. Сай. – Минск : Новое знание, [б. г.]. – Часть 1 : Теоретические основы технической эксплуатации – 2015. – 427 с. – ISBN 978-985-475-724-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL : <https://e.lanbook.com/book/64761> (дата обращения: 23.10.2023). – URL: для авториз. пользователей.

12. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др. ; под ред. Е. С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1991. – 413 с.

13. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / под ред. Г. В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 488 с.

14. Фаскиев, Р. С. Расчет уборочно-моечного и очистного оборудования предприятий автомобильного транспорта: методические указания для выполнения расчетно-графического задания по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования» / Р. С. Фаскиев. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007. – 41 с.

15. Эксплуатация автомобильного транспорта : учебное пособие / Н. Н. Якунин, Н. В. Якунина, Д. А. Дрючин и др. // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 221 с. – URL : <https://www.iprbookshop.ru/71352.html> (дата обращения: 23.10.2023).

ПРИЛОЖЕНИЯ

III. Исходные данные для расчета туннельной струйно-щеточной моечной установки (варианты с 1 по 15)

Номер варианта	Наименование транспортного средства	Тип насадка	Давление мойки, МПа		Диаметр отверстия насадка $d_{нр}$, м	Длина ТС, м	Высота ТС, м	Ширина ТС, м	Масса ТС, кг	Максимальная ширина колеса, м
			$P_{рас}$, $P_{пов}$, $P_{ак}$	$P_{мы}$						
0	ВАЗ-2120	Конический	0,25	2,1	0,0035	4,290	1,690	1,770	1400	0,175
1	УАЗ-2206	Конoidalный	0,2	1,5	0,0045	4,44	2,10	1,94	2005	0,225
2	ГАЗ-2217	Конoidalный	0,22	1,7	0,0040	4,84	2,20	2,38	2130	0,185
3	МАЗ-5277	Цилиндрический	0,3	0,9	0,005	11,95	3,06	2,50	11300	2×0,295
4	ПАЗ-3204	Цилиндрический	0,25	2,0	0,004	7,6	2,88	2,41	6120	2×0,235
5	ЛАЗ-4202	Цилиндрический	0,3	2,5	0,0035	9,70	2,95	2,50	8850	2×0,254
6	ЛИАЗ-5256	Цилиндрический	0,2	2,6	0,0035	11,4	3,01	2,50	10600	2×0,315
7	УАЗ-3159	Конический	0,22	2,8	0,008	4,55	2,10	1,96	2000	0,245
8	ЛАДА-111	Цилиндрический	0,2	1,3	0,004	4,28	1,49	1,68	1020	0,175
9	ВАЗ-2107	Цилиндрический	0,3	1,4	0,003	4,15	1,44	1,68	1060	0,175
10	ИЖ-2717	Цилиндрический	0,3	1,6	0,003	4,40	1,74	1,68	1070	0,175
11	ГАЗ-3102	Цилиндрический	0,3	1,8	0,003	4,96	1,42	1,80	1450	0,195
12	ВАЗ-2121	Конический	0,35	2,0	0,003	3,72	1,64	1,68	1210	0,175
13	КАМАЗ-5325	Конический	0,2	1,0	0,0035	8,56	3,92	2,50	7790	2×0,245
14	ГАЗ-3302	Конический	0,2	1,2	0,0035	5,44	2,50	2,57	1850	2×0,185
15	ЗИЛ-43360	Конический	0,2	1,3	0,005	6,76	2,66	2,50	4475	2×0,229

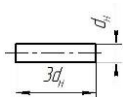
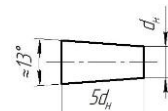
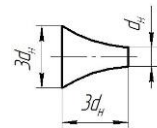
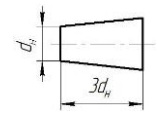
Номер варианта	Число щеток, шт.		Число рамок, шт.			Тип конвейера, количество ветвей	Число консолей, шт.	
	горизонтальных	вертикальных	ополаскивания	смачивания	моющих		горизонтальных	вертикальных
0	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
1	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
2	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
3	1	2	2	2	1	Толкающий, 2	1	2
4	1	2	1	1	2	Толкающий, 2	1	2
5	1	2	2	2	2	Толкающий, 2	1	2
6	1	2	2	2	2	Толкающий, 2	1	2
7	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
8	0	2	2	2	2	Несущий, 1	0	2
9	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
10	1	2	1	1	2	Несущий, 1	1	2
11	1	2	1	1	2	Несущий, 1	1	2
12	0	2	1	1	2	Несущий, 1	0	2
13	1	2	1	1	2	Толкающий, 2	1	2
14	1	2	1	1	2	Толкающий, 2	1	2
15	0	0	1	1	4	Толкающий, 2	0	0

**П2. Исходные данные для расчета туннельной струйно-щеточной моечной установки
(варианты с 16 по 30)**

Номер варианта	Наименование транспортного средства	Тип насадка	Давление мойки, МПа		Диаметр отверстия насадка $d_{от}$, м	Длина ТС, м	Высота ТС, м	Ширина ТС, м	Масса ТС, кг	Максимальная ширина колеса, м
			$P_{исх}$	$P_{нов}$						
16	ВАЗ-2129	Цилиндрический	0,3	2,8	0,0035	4,240	1,640	1,680	1350	0,185
17	Audi A3 1.2	Конoidalный	0,25	2,5	0,0045	4,293	1,421	1,777	1280	0,205
18	Nissan X-Trail 2.0	Конический	0,25	3	0,005	4,455	1,675	1,765	1482	0,225
19	Renault Logan	Цилиндрический	0,3	4	0,0035	4,288	1,534	1,740	1106	0,185
20	Volkswagen Passat	Конический	0,25	2	0,0075	4,682	1,461	1,745	1440	0,205
21	Volkswagen Golf	Цилиндрический	0,4	3	0,004	4,397	1,485	1,735	1190	0,195
22	Peugeot Boxer	Конический	0,5	2	0,0065	4,005	1,925	2,080	1975	0,205
23	Икарус-260	Цилиндрический	0,5	4,5	0,0055	11,000	3,040	2,500	9000	2x0,300
24	ВАЗ-2328	Конический	0,45	3,5	0,0045	4,540	1,640	1,640	1370	0,175
25	Лада Гранта	Цилиндрический	0,5	5	0,004	4,268	1,500	1,700	1160	0,175
26	Лада Веста	Цилиндрический	0,3	3,5	0,0035	4,410	1,764	1,497	1220	0,205
27	Лада Ларгус	Конoidalный	0,35	3,0	0,005	4,470	1,670	1,750	1260	0,185
28	Лада Приора	Конический	0,3	3,0	0,006	4,350	1,420	1,680	1163	0,175
29	Audi A3 1.2	Конoidalный	0,40	2,5	0,007	4,293	1,777	1,421	1200	0,195
30	Mini Cabrio	Конический	0,5	1,5	0,008	3,723	1,683	1,414	1315	0,195

Номер варианта	Число щеток, шт.		Число рамок, шт.			Тип конвейера, количество его ветвей	Число консолей, шт.	
	горизонтальных	вертикальных	ополаски- вания	смачивания	моющих		горизонтальных	вертикальных
16	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
17	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
18	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
19	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
20	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
21	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
22	1	4	1	1	1	толкающий, 2	1	4
23	0	2	1	1	2	Несущий, 1	0	2
24	0	2	1	1	2	Несущий, 1	0	2
25	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
26	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
27	1	2	1	1	1	Несущий, 1	1	2
28	1	2	1	1	1	Несущий, 2	1	2
29	1	2	1	1	1	Несущий, 2	1	2
30	1	2	1	1	1	Несущий, 2	1	2

П3. Характеристики насадков

Тип насадка	Профиль сопла	Коэффициент расхода, μ	Коэффициент скорости, φ
Цилиндрический		0,82	0,82
Конический		0,94	0,963
Коноидальный		0,98	0,98
Конический расходящийся		0,45	0,775

П4. Выдержка из ГОСТ 3262–75. Трубы стальные водогазопроводные

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки труб, мм		
		легких	обыкновенных	усиленных
6	10,2	1,8	2,0	2,5
8	13,5	2,0	2,2	2,8
10	17,0	2,0	2,2	2,8
15	21,3	2,35	–	–
15	21,3	2,5	2,8	3,2
20	26,8	2,35	–	–
20	26,8	2,5	2,8	3,2
25	33,5	2,8	3,2	4,0
32	42,3	2,8	3,2	4,0
40	48,0	3,0	3,5	4,0
50	60,0	3,0	3,5	4,5
65	75,5	3,2	4,0	4,5
80	88,5	3,5	4,0	4,5
90	101,3	3,5	4,0	4,5
100	114,0	4,0	4,5	5,0
125	140,0	4,0	4,5	5,5
150	165,0	4,0	4,5	5,5

П5. Технические характеристики центробежных секционных насосов

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
ЦНСГ 13-70	13	70	11	3000
ЦНСГ 13-105	13	105	11	3000
ЦНСГ 13-140	13	140	15	3000
ЦНСГ 13-175	13	175	18,5	3000
ЦНСГ 13-210	13	210	22	3000
ЦНСГ 13-245	13	245	22	3000
ЦНСГ 13-280	13	280	22	3000
ЦНСГ 13-315	13	315	30	3000
ЦНСГ 13-350	13	350	30	3000
ЦНСГ 38-44	38	44	11	3000
ЦНСГ 38-66	38	66	15	3000
ЦНСГ 38-88	38	88	18,5	3000
ЦНСГ 38-110	38	110	22	3000
ЦНСГ 38-132	38	132	30	3000
ЦНСГ 38-154	38	154	30	3000
ЦНСГ 38-176	38	176	30	3000
ЦНСГ 38-198	38	198	37	3000
ЦНСГ 38-220	38	220	45	3000
ЦНСГ 60-66	60	66	22	3000
ЦНСГ 60-99	60	99	30	3000
ЦНСГ 60-132	60	132	45	3000
ЦНСГ 60-165	60	165	55	3000
ЦНСГ 60-198	60	198	55	3000
ЦНСГ 60-231	60	231	70	3000
ЦНСГ 60-264	60	264	75	3000
ЦНСГ 60-297	60	297	75	3000
ЦНСГ 60-330	60	330	110	3000
ЦНС (Г) 105-98	105	98	55	3000
ЦНС (Г) 105-147	105	147	75	3000
ЦНС (Г) 105-196	105	196	110	3000
ЦНС (Г) 105-245	105	245	132	3000
ЦНС (Г) 105-294	105	294	160	3000
ЦНС (Г) 105-343	105	343	160	3000
ЦНС (Г) 105-392	105	392	200	3000
ЦНС (Г) 105-441	105	441	250	3000
ЦНС (Г) 105-490	105	490	250	3000
ЦНС (Г) 180-85	180	85	75	1500
ЦНС (Г) 180-128	180	128	110	1500

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹
ЦНС (Г) 180-170	180	170	132	1500
ЦНС (Г) 180-212	180	212	160	1500
ЦНС (Г) 180-255	180	255	200	1500
ЦНС (Г) 180-297	180	297	250	1500
ЦНС (Г) 180-340	180	340	250	1500
ЦНС (Г) 180-383	180	383	315	1500
ЦНС (Г) 180-425	180	425	315	1500
ЦНС (Г) 300-120	300	120	160	1500
ЦНС (Г) 300-180	300	180	250	1500
ЦНС (Г) 300-240	300	240	315	1500
ЦНС (Г) 300-300	300	300	400	1500
ЦНС (Г) 300-360	300	360	500	1500
ЦНС (Г) 300-420	300	420	500	1500
ЦНС (Г) 300-480	300	480	630	1500
ЦНС (Г) 300-540	300	540	800	1500
ЦНС (Г) 300-600	300	600	800	1500
ЦНС(Г) 450-120	450	120	1500	250
ЦНС(Г) 450-180	450	180	1500	355
ЦНС(Г) 450-240	450	240	1500	450
ЦНС(Г) 450-300	450	300	1500	630
ЦНС(Г) 450-360	450	360	1500	630
ЦНС(Г) 450-420	450	420	1500	800
ЦНС(Г) 450-480	450	480	1500	900
ЦНС(Г) 450-540	450	540	1500	1000
ЦНС(Г) 450-600	450	600	1500	1120
ЦНС(Г) 450-660	450	660	1500	1250
ЦНС(Г) 500-114	500	114	1500	250
ЦНС(Г) 500-160	500	160	1500	355
ЦНС(Г) 500-230	500	230	1500	450
ЦНС(Г) 500-285	500	285	1500	630
ЦНС(Г) 500-320	500	320	1500	630
ЦНС(Г) 500-450	500	450	1500	900
ЦНС(Г) 500-513	500	513	1500	1000
ЦНС(Г) 500-570	500	570	1500	1120
ЦНС(Г) 500-627	500	627	1500	1250
ЦНС(Г) 500-400	500	400	1500	800

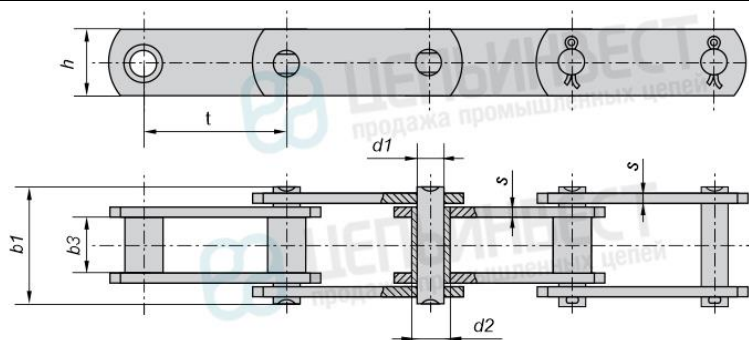
Пб. Характеристики электродвигателей

Марка электродвигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	КПД, %	Коэффициент мощности, cos φ	Масса, кг
АИР 56 А2	0,18	3000	65	0,78	3,5
АИР 56 В2	0,25	3000	66	0,79	3,8
АИР 56 А4	0,12	1500	57	0,66	3,6
АИР 56 В4	0,18	1500	60	0,68	4,2
АИР 63 А2	0,37	3000	72	0,84	5,2
АИР 63 В2	0,55	3000	75	0,81	6,1
АИР 63 А4	0,25	1500	65	0,67	5,1
АИР 63 В4	0,37	1500	68	0,7	6
АИР 63 А6	0,18	1000	56	0,62	4,8
АИР 63 В6	0,25	1000	59	0,62	5,6
АИР 71 А2	0,75	3000	79	0,8	8,7
АИР 71 В2	1,1	3000	79,5	0,8	9,5
АИР 71 А4	0,55	1500	71	0,71	8,1
АИР 71 В4	0,75	1500	72	0,75	9,4
АИР 71 А6	0,37	1000	65	0,63	8,6
АИР 71 В6	0,55	1000	69	0,68	9,9
АИР 80 А2	1,5	3000	82	0,85	12,4
АИР 80 В2	2,2	3000	83	0,87	15,0
АИР 80 А4	1,1	1500	76,5	0,77	11,9
АИР 80 В4	1,5	1500	78,5	0,80	13,8
АИР 80 А6	0,75	1000	71	0,71	11,6
АИР 80 В6	1,1	1000	75	0,71	15,3
АИР 80 А8	0,27	750	58	0,59	12,8
АИР 80 В8	0,55	750	58	0,60	14,8
АИР 90 L2	3	3000	84,5	0,85	19,0
АИР 90 L4	2,2	1500	80	0,79	18,1
АИР 90 L6	1,5	1000	76	0,70	19,0
АИР 90 LA8	0,75	750	70	0,71	17,7
АИР 90 LB8	1,1	750	74	0,72	20,5
АИР 100 S2	4	3000	87	0,88	26,0
АИР 100 L2	5,5	3000	88	0,88	31,5
АИР 100 S4	3	1500	82	0,82	23,0
АИР 100 L4	4	1500	85	0,84	29,2
АИР 100 L6	2,2	1000	81,5	0,74	27,0
АИР 100 L8	1,5	750	76,5	0,70	24,0
АИР 112 M2	7,5 кВт	3000	87,5	0,88	49
АИР 112 M4	5,5 кВт	1500	85,5	0,86	49

Марка электродвигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	КПД, %	Коэффициент мощности, cos φ	Масса, кг
АИР 112 МА6	3 кВт	1000	81	0,76	43
АИР 112 МВ6	4 кВт	1000	82	0,81	48
АИР 112 МА8	2,2 кВт	750	76,5	0,71	44
АИР 112 МВ8	3 кВт	750	79	0,74	49
АИР 132 М2	11 кВт	3000	88	0,9	78
АИР 132 S4	7,5 кВт	1500	87,5	0,86	70
АИР 132 М4	11 кВт	1500	88,5	0,85	84
АИР 132 S6	5,5 кВт	1000	85	0,8	69
АИР 132 М6	7,5 кВт	1000	85,5	0,81	82
АИР 132 S8	4 кВт	750	83	0,7	69
АИР 132 М8	5,5 кВт	750	83	0,74	82
АИР 160 S2	15 кВт	3000	88	0,86	109
АИР 160 М2	18,5 кВт	3000	90	0,88	124
АИР 160 S4	15 кВт	1500	89	0,87	121
АИР 160 М4	18,5 кВт	1500	90	0,89	137
АИР 160 S6	11 кВт	1000	87	0,82	118
АИР 160 М6	15 кВт	1000	89	0,82	136
АИР 160 S8	7,5 кВт	750	85	0,65	118
АИР 160 М8	11 кВт	750	87	0,68	152
АИР 180 S2	22 кВт	3000	90,5	0,89	160
АИР 180 М2	30 кВт	3000	91,5	0,9	180
АИР 180 S4	22 кВт	1500	90,5	0,87	170
АИР 180 М4	30 кВт	1500	92	0,87	190
АИР 180 М6	18 кВт	1000	89,5	0,85	180
АИР 180 М8	15 кВт	750	89	0,82	180
АИР 200 М2	37 кВт	3000	91	0,87	220
АИР 200 L2	45 кВт	3000	92	0,88	240
АИР 200 М4	37 кВт	1500	92,5	0,89	245
АИР 200 L4	45 кВт	1500	92,5	0,89	270
АИР 200 М6	22 кВт	1000	90	0,83	225
АИР 200 L6	30 кВт	1000	90	0,85	250
АИР 200 М8	18,5 кВт	750	89	0,81	225
АИР 200 L8	22 кВт	750	90	0,81	250
АИР225М2	55 кВт	3000	92,5	0,91	320
АИР225М4	55 кВт	1500	93	0,89	335
АИР225М6	37 кВт	1000	91	0,85	305
АИР225М8	30 кВт	750	90,5	0,81	305

Марка электродвигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	КПД, %	Коэффициент мощности, cos φ	Масса, кг
АИР250S2	75 кВт	3000	93	0,91	425
АИР250M2	90 кВт	3000	93	0,91	455
АИР250S4	75 кВт	1500	94	0,88	450
АИР250M4	90 кВт	1500	94	0,89	480
АИР250S6	45 кВт	1000	92,5	0,85	390
АИР250M6	55 кВт	1000	92,5	0,86	430
АИР250S8	37 кВт	750	92,5	0,78	400
АИР250M8	45 кВт	750	92,5	0,79	430
АИР280S2	110 кВт	3000	93,7	0,9	590
АИР280M2	132 кВт	3000	94	0,9	620
АИР280S4	110 кВт	1500	95,3	0,87	790
АИР280M4	132 кВт	1500	95,5	0,88	885
АИР280S6	75 кВт	1000	94,5	0,86	745
АИР280M6	90 кВт	1000	94,5	0,86	780
АИР280S8	55 кВт	750	93,9	0,85	725
АИР280M8	75 кВт	750	93,8	0,84	790
АИР315S2	160 кВт	3000	94,5	0,92	940
АИР315M2	200 кВт	3000	95	0,94	1040
АИР315S4	160 кВт	1500	94,5	0,91	940
АИР315M4	200 кВт	1500	95,5	0,92	1040
АИР315S6	110 кВт	1000	93,5	0,9	940
АИР315M6	132 кВт	1000	94	0,9	1040
АИР315S8	90 кВт	750	93,5	0,85	940
АИР315M8	110 кВт	750	93,5	0,85	1040
АИР355S2	250 кВт	3000	95,3	0,92	1616
АИР355M2	315 кВт	3000	95,6	0,92	1786
АИР355S4	250 кВт	1500	95,3	0,90	1546
АИР355M4	315 кВт	1500	95,6	0,90	1862
АИР355S6	160 кВт	1000	94,5	0,88	1360
АИР355M6	200 кВт	1000	94,7	0,88	1788
АИР355MB6	250 кВт	1000	94,9	0,88	1934
АИР355S8	132 кВт	750	93,7	0,82	1564
АИР355M8	160 кВт	750	94,2	0,82	1634
АИР355MB8	200 кВт	750	94,5	0,82	1856
АИР355M10	110 кВт	600	93,2	0,78	1520
АИР355MB10	132 кВт	600	93,5	0,78	1610

П7. Цепи тяговые пластинчатые втулочные М, МС (Тип 1) ГОСТ 588–81

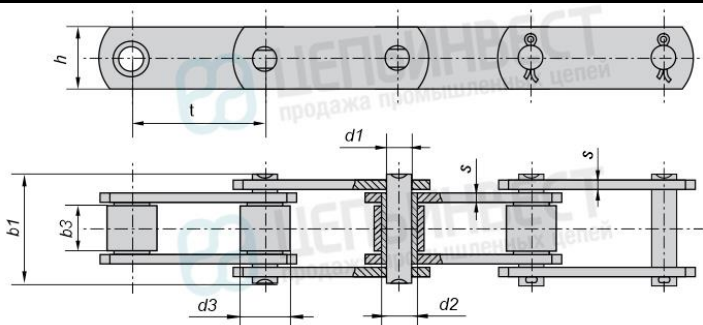


Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр втулки	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр валика	Длина валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_2	b_{3min}	d_1	b_{1max}	d	h_{max}	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М20-1-40-1	40	1,26	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М20-1-50-1	50	1,14	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М20-1-63-1	63	1,05	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М20-1-80-1	80	0,96	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М20-1-100-1	100	0,93	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М20-1-125-1	125	0,88	9	15	6	35	18	2,5	20
Цепь М28-1-50-1	50	1,58	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М28-1-63-1	63	1,45	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М28-1-80-1	80	1,34	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М28-1-100-1	100	1,26	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М28-1-125-1	125	1,2	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М28-1-160-1	160	1,15	10	17	7	40	20	3	28
Цепь М40-1-63-1	63	2,1	12,5	19	8,5	45	25	3,5	40
Цепь М40-1-80-1	80	2,05	12,5	19	8,5	45	25	3,5	40
Цепь М40-1-100-1	100	1,9	12,5	19	8,5	45	25	3,5	40
Цепь М40-1-125-1	125	1,76	12,5	19	8,5	45	25	3,5	40

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр втулки	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр валика	Длина валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_2	$b_{3\min}$	d_1	$b_{1\max}$	d	h_{\max}	Q_{\min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М40-1-160-1	160	1,7	12,5	19	8,5	45	25	3,5	40
Цепь М56-1-63-1	63	3,34	15	23	10	52	30	4	56
Цепь М56-1-80-1	80	3,06	15	23	10	52	30	4	56
Цепь М56-1-100-1	100	2,82	15	23	10	52	30	4	56
Цепь М56-1-125-1	125	2,62	15	23	10	52	30	4	56
Цепь М56-1-160-1	160	2,46	15	23	10	52	30	4	56
Цепь М80-1-80-1	80	4,8	18	27	12	62	35	5	80
Цепь М80-1-100-1	100	4,4	18	27	12	62	35	5	80
Цепь М80-1-125-1	125	3,95	18	27	12	62	35	5	80
Цепь М80-1-160-1	160	3,8	18	27	12	62	35	5	80
Цепь М80-1-200-1	200	3,66	18	27	12	62	35	5	80
Цепь М112-1-80-1	80	7,26	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М112-1-100-1	100	6	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М112-1-125-1	125	5,8	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М112-1-160-1	160	5,3	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М112-1-200-1	200	5,05	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М112-1-250-1	250	4,8	21	31	15	73	40	6	112
Цепь М160-1-100-1	100	9,15	25	36	18	85	45	7	160
Цепь М160-1-125-1	125	8,2	25	36	18	85	45	7	160
Цепь М160-1-160-1	160	7,75	25	36	18	85	45	7	160
Цепь М160-1-200-1	200	7,05	25	36	18	85	45	7	160
Цепь М224-1-125-1	125	12,7	30	42	21	98	56	8	224
Цепь М224-1-125-2	125	12,7	30	42	21	98	56	8	224
Цепь М224-1-160-1	160	11,4	30	42	21	98	56	8	224
Цепь М224-1-200-1	200	10,7	30	42	21	98	56	8	224

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр втулки	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр валика	Длина валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_2	$b_{3\min}$	d_1	$b_{1\max}$	d	h_{\max}	Q_{\min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М224-1-250-1	250	9,8	30	42	21	98	56	8	224
Цепь М224-1-315-1	315	9,28	30	42	21	98	56	8	224
Цепь М315-1-160-1	160	15,9	36	47	25	112	60	10	315
Цепь М315-1-200-1	200	15,6	36	47	25	112	60	10	315
Цепь М315-1-250-1	250	13,6	36	47	25	112	60	10	315
Цепь М315-1-315-1	315	12,6	36	47	25	112	60	10	315
Цепь МС28-1-63-3	63	2,26	17,5	17	13	42	8,3	26	28
Цепь МС28-1-80-3	80	2,05	17,5	17	13	42	8,3	26	28
Цепь МС28-1-100-3	100	1,88	17,5	17	13	42	8,3	26	28
Цепь МС28-1-125-3	125	1,74	17,5	17	13	42	8,3	26	28
Цепь МС56-1-80-3	80	4,19	21	23	15,5	48	10,3	36	56
Цепь МС56-1-100-3	100	3,8	21	23	15,5	48	10,3	36	56
Цепь МС56-1-125-3	125	3,49	21	23	15,5	48	10,3	36	56
Цепь МС56-1-160-3	160	3,22	21	23	15,5	48	10,3	36	56
Цепь МС112-1-100-3	100	9,09	29	31	22	67	14,3	51	112
Цепь МС112-1-125-3	125	8,22	29	31	22	67	14,3	51	112
Цепь МС112-1-160-3	160	7,44	29	31	22	67	14,3	51	112
Цепь МС112-1-200-3	200	6,46	29	31	22	67	14,3	51	112
Цепь МС224-1-160-3	160	16,92	41	42	31	90	20,3	72	224
Цепь МС224-1-200-3	200	14,22	41	42	31	90	20,3	72	224
Цепь МС224-1-250-3	250	14,22	41	42	31	90	20,3	72	224
Цепь МС224-1-315-3	315	13,23	41	42	31	90	20,3	72	224

П8. Цепи тяговые пластинчатые роликовые М, МС (Тип 2) ГОСТ 588–81

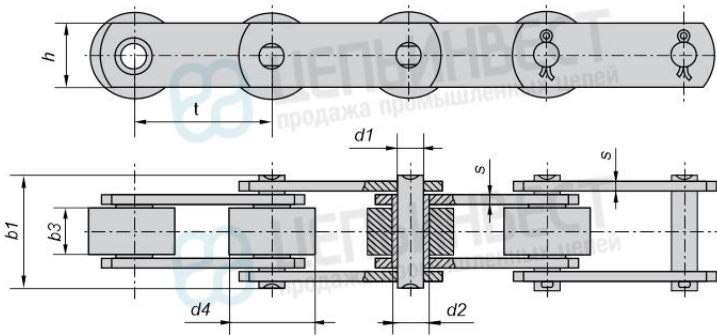


Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр ролика	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия полноты валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_{1max}	b_{1min}	d_{2max}	d_{1max}	L_{max}	d	h_{2max}	T_{max}	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М20-2-40-1	40	1,42	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-2-50-1	50	1,27	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-2-63-1	63	1,16	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-2-80-1	80	1,04	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-2-100-1	100	1	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-2-125-1	125	0,93	12,5	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М28-2-50-1	50	1,84	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-2-63-1	63	1,64	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-2-80-1	80	1,5	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-2-100-1	100	1,4	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-2-125-1	125	1,3	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-2-160-1	160	1,22	15	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М40-2-63-1	63	2,38	18	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-2-80-1	80	2,28	18	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-2-100-1	100	2,1	18	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-2-125-1	125	2	18	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр ролика	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия полого валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	$d_{1\max}$	$b_{1\min}$	$d_{2\max}$	$d_{1\max}$	L_{\max}	d	$h_{2\max}$	T_{\max}	Q_{\min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М40-2-160-1	160	1,82	18	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М56-2-63-1	63	3,23	21	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-2-80-1	80	3,45	21	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-2-100-1	100	3,15	21	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-2-125-1	125	2,85	21	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-2-160-1	160	2,65	21	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М80-2-80-1	80	5,4	25	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М80-2-100-1	100	4,9	25	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М80-2-125-1	125	4,35	25	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М80-2-160-1	160	4,1	25	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М80-2-200-1	200	3,9	25	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М112-2-80-1	80	8,4	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М112-2-100-1	100	6,4	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М112-2-125-1	125	6,1	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М112-2-160-1	160	5,9	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М112-2-200-1	200	5,46	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М112-2-250-1	250	5,15	30	31	21	15	73	–	40	6	112
Цепь М160-2-100-1	100	10,6	36	36	25	18	85	–	45	7	160
Цепь М160-2-125-1	125	9,35	36	36	25	18	85	–	45	7	160
Цепь М160-2-160-1	160	8,7	36	36	25	18	85	–	45	7	160
Цепь М160-2-200-1	200	7,8	36	36	25	18	85	–	45	7	160
Цепь М224-2-125-1	125	14,3	42	42	30	21	98	–	56	8	224
Цепь М224-2-160-1	160	12,7	42	42	30	21	98	–	56	8	224
Цепь М224-2-200-1	200	11,7	42	42	30	21	98	–	56	8	224

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр ролика	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия полого валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_{1max}	b_{1min}	d_{2max}	d_{1max}	L_{max}	d	h_{2max}	T_{max}	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М224-2-200-2	200	11,7	42	42	30	21	98	–	56	8	224
Цепь М224-2-250-1	250	10,6	42	42	30	21	98	–	56	8	224
Цепь М224-2-315-1	315	9,95	42	42	30	21	98	–	56	8	224
Цепь М315-2-160-2	160	18,1	50	47	36	25	112	–	60	10	315
Цепь М315-2-200-1	200	16,4	50	47	36	25	112	–	60	10	315
Цепь М315-2-250-1	250	15	50	47	36	25	112	–	60	10	315
Цепь М315-2-315-1	315	13,7	50	47	36	25	112	–	60	10	315
Цепь МС28-2-63-3	63	2,56	22,5	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-2-80-3	80	2,29	22,5	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-2-100-3	100	2,07	22,5	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-2-125-3	125	1,89	22,5	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС56-2-80-3	80	4,65	27	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-2-100-3	100	4,18	27	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-2-125-3	125	3,79	27	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-2-160-3	160	3,45	27	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС112-2-100-3	100	10,2	38	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-2-125-3	125	9,11	38	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-2-160-3	160	8,13	38	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-2-200-3	200	7,45	38	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС224-2-160-3	160	18,7	53	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-2-200-3	200	16,85	53	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-2-250-3	250	15,36	53	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-2-315-3	315	14,13	53	42	41	31	90	20,3	72	8	224

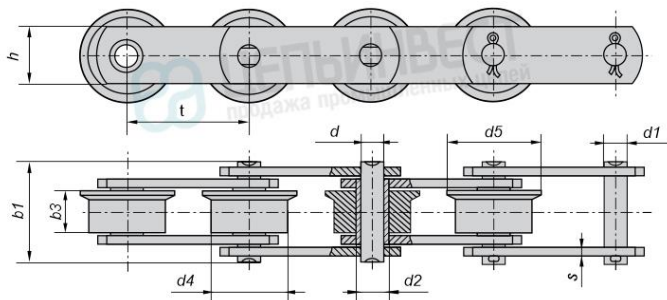
**П9. Цепи тяговые пластинчатые катковье с гладкими катками
с подшипниками скольжения М, МС (Тип 3) ГОСТ 588–81**



Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр ролика	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия полого валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P										
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М20-3-50-1	50	1,8	25	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-3-63-1	63	1,58	25	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-3-80-1	80	1,37	25	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-3-100-1	100	1,26	25	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М20-3-125-1	125	1,15	25	15	9	6	35	–	18	2,5	20
Цепь М28-3-63-1	63	2,44	30	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-3-80-1	80	2,22	30	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-3-100-1	100	1,89	30	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-3-125-1	125	1,7	30	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М28-3-160-1	160	1,55	30	17	10	7	40	–	20	3	28
Цепь М40-3-63-1	63	3,47	36	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-3-80-1	80	3,14	36	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-3-100-1	100	2,78	36	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-3-125-1	125	2,47	36	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М40-3-160-1	160	2,25	36	19	12,5	8,5	45	–	25	3,5	40
Цепь М56-3-80-1	80	4,9	42	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-3-100-1	100	4,3	42	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-3-125-1	125	3,8	42	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М56-3-160-1	160	3,38	42	23	15	10	52	–	30	4	56
Цепь М80-3-80-1	80	8,05	50	27	18	12	62	–	35	5	80
Цепь М80-3-100-1	100	7	50	27	18	12	62	–	35	5	80

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр ролика	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия полого валика	Высота пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_4	b_{3min}	d_2	d_1	b_{1max}	d	h_{max}	S	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М80-3-100-1	100	7	50	27	18	12	62	—	35	5	80
Цепь М80-3-125-1	125	6,05	50	27	18	12	62	—	35	5	80
Цепь М80-3-160-1	160	5,38	50	27	18	12	62	—	35	5	80
Цепь М80-3-200-1	200	4,96	50	27	18	12	62	—	35	5	80
Цепь М112-3-100-1	100	10	60	31	21	15	73	—	40	6	112
Цепь М112-3-125-1	125	9,32	60	31	21	15	73	—	40	6	112
Цепь М112-3-160-1	160	8,12	60	31	21	15	73	—	40	6	112
Цепь М112-3-200-1	200	7,24	60	31	21	15	73	—	40	6	112
Цепь М112-3-250-1	250	6,58	60	31	21	15	73	—	40	6	112
Цепь М160-3-125-1	125	13,65	70	36	25	18	85	—	45	7	160
Цепь М160-3-160-1	160	12	70	36	25	18	85	—	45	7	160
Цепь М160-3-200-1	200	10,48	70	36	25	18	85	—	45	7	160
Цепь М224-3-160-1	160	18,8	85	42	30	21	98	—	56	8	224
Цепь М224-3-200-1	200	16,6	85	42	30	21	98	—	56	8	224
Цепь М224-3-250-1	250	14,5	85	42	30	21	98	—	56	8	224
Цепь М224-3-315-1	315	13	85	42	30	21	98	—	56	8	224
Цепь М315-3-200-1	200	23,78	100	47	36	25	112	—	60	10	315
Цепь М315-3-250-1	250	20,9	100	47	36	25	112	—	60	10	315
Цепь М315-3-315-1	315	18,4	100	47	36	25	112	—	60	10	315
Цепь МС28-3-63-3	63	3,99	36	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-3-80-3	80	3,41	36	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-3-100-3	100	2,97	36	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС28-3-125-3	125	2,61	36	17	17,5	13	42	8,3	26	3	28
Цепь МС56-3-80-3	80	7,99	50	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-3-100-3	100	6,84	50	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-3-125-3	125	5,92	50	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС56-3-160-3	160	5,12	50	23	21	15,5	48	10,3	36	4	56
Цепь МС80-3-140-3	140	12,44	80	28	29	22,1	58	14,1	50	5	80
Цепь МС112-3-100-3	100	17,36	70	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-3-125-3	125	14,83	70	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-3-160-3	160	12,61	70	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС112-3-200-3	200	11,02	70	31	29	22	67	14,3	51	6	112
Цепь МС224-3-160-3	160	31,39	100	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-3-200-3	200	27	100	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-3-250-3	250	23,48	100	42	41	31	90	20,3	72	8	224
Цепь МС224-3-315-3	315	20,57	100	42	41	31	90	20,3	72	8	224

Ш10. Цепи тяговые пластинчатые катковые с ребрами на катках М, МС (Тип 4) ГОСТ 588–81



Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр катка	Диаметр реборды	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия	Ширина реборды	Высота внутр. пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_4	d_5	b_{3min}	d_2	d_1	b_{1max}	d	b_2	h_{max}	S	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М20-4-50-1	50	2,04	25	35	15	9	6	35	–	3,5	18	2,5	20
Цепь М20-4-63-1	63	1,8	25	35	15	9	6	35	–	3,5	18	2,5	20
Цепь М20-4-80-1	80	1,52	25	35	15	9	6	35	–	3,5	18	2,5	20
Цепь М20-4-100-1	100	1,38	25	35	15	9	6	35	–	3,5	18	2,5	20
Цепь М20-4-125-1	125	1,25	25	35	15	9	6	35	–	3,5	18	2,5	20
Цепь М28-4-63-1	63	2,45	30	40	17	10	7	40	–	4	20	3	28
Цепь М28-4-80-1	80	2,35	30	40	17	10	7	40	–	4	20	3	28
Цепь М28-4-100-1	100	2,05	30	40	17	10	7	40	–	4	20	3	28
Цепь М28-4-125-1	125	1,85	30	40	17	10	7	40	–	4	20	3	28
Цепь М28-4-160-1	160	1,65	30	40	17	10	7	40	–	4	20	3	28
Цепь М40-4-63-1	63	3,8	36	45	19	12,5	8,5	45	–	4,5	25	3,5	40
Цепь М40-4-80-1	80	3,4	36	45	19	12,5	8,5	45	–	4,5	25	3,5	40
Цепь М40-4-100-1	100	3	36	45	19	12,5	8,5	45	–	4,5	25	3,5	40
Цепь М40-4-125-1	125	2,6	36	45	19	12,5	8,5	45	–	4,5	25	3,5	40
Цепь М40-4-160-1	160	2,38	36	45	19	12,5	8,5	45	–	4,5	25	3,5	40
Цепь М56-4-80-1	80	5,38	42	55	23	15	10	52	–	5	30	4	56
Цепь М56-4-100-1	100	4,68	42	55	23	15	10	52	–	5	30	4	56
Цепь М56-4-125-1	125	4,1	42	55	23	15	10	52	–	5	30	4	56
Цепь М56-4-160-1	160	3,6	42	55	23	15	10	52	–	5	30	4	56
Цепь М80-4-80-1	80	8,8	50	65	27	18	12	62	–	6	35	5	80
Цепь М80-4-100-1	100	7	50	65	27	18	12	62	–	6	35	5	80
Цепь М80-4-125-1	125	6,5	50	65	27	18	12	62	–	6	35	5	80

Обозначение цепи по DIN/ISO	Шаг	Вес метра	Диаметр катка	Диаметр реборды	Ширина между внутренними пластинами	Диаметр втулки	Диаметр валика	Длина валика	Диаметр отверстия	Ширина реборды	Высота внутр. пластины	Толщина пластины	Разрушающая нагрузка
	P	q	d_4	d_5	b_{3min}	d_2	d_1	b_{1max}	d	b_2	h_{max}	S	Q_{min}
	мм	кг/м	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	кН
Цепь М80-4-160-1	160	5,78	50	65	27	18	12	62	–	6	35	5	80
Цепь М80-4-200-1	200	5,26	50	65	27	18	12	62	–	6	35	5	80
Цепь М112-4-100-1	100	10,8	60	75	31	21	15	73	–	7	40	6	112
Цепь М112-4-125-1	125	10	60	75	31	21	15	73	–	7	40	6	112
Цепь М112-4-160-1	160	8	60	75	31	21	15	73	–	7	40	6	112
Цепь М112-4-200-1	200	7,55	60	75	31	21	15	73	–	7	40	6	112
Цепь М112-4-250-1	250	6,88	60	75	31	21	15	73	–	7	40	6	112
Цепь М160-4-125-1	125	13,8	70	90	36	25	18	85	–	8,5	45	7	160
Цепь М160-4-160-1	160	12,1	70	90	36	25	18	85	–	8,5	45	7	160
Цепь М160-4-200-1	200	10,6	70	90	36	25	18	85	–	8,5	45	7	160
Цепь М224-4-160-1	160	19,6	85	105	42	30	21	98	–	10	56	8	224
Цепь М224-4-200-1	200	17,1	85	105	42	30	21	98	–	10	56	8	224
Цепь М224-4-250-1	250	15	85	105	42	30	21	98	–	10	56	8	224
Цепь М224-4-315-1	315	13,4	85	105	42	30	21	98	–	10	56	8	224
Цепь М315-4-200-1	200	25,7	100	125	47	36	25	112	–	12	60	10	315
Цепь М315-4-250-1	250	22,5	100	125	47	36	25	112	–	12	60	10	315
Цепь М315-4-315-1	315	19,7	100	125	47	36	25	112	–	12	60	10	315
Цепь МС28-4-63-3	63	4,13	36	45	17	17,5	13	42	8,3	4,5	26	3	28
Цепь МС28-4-80-3	80	3,53	36	45	17	17,5	13	42	8,3	4,5	26	3	28
Цепь МС28-4-100-3	100	3,06	36	45	17	17,5	13	42	8,3	4,5	26	3	28
Цепь МС28-4-125-3	125	2,68	36	45	17	17,5	13	42	8,3	4,5	26	3	28
Цепь МС56-4-80-3	80	8,32	50	65	23	21	15,5	48	10,3	5	36	4	56
Цепь МС56-4-100-3	100	7,11	50	65	23	21	15,5	48	10,3	5	36	4	56
Цепь МС56-4-125-3	125	6,13	50	65	23	21	15,5	48	10,3	5	36	4	56
Цепь МС56-4-160-3	160	5,29	50	65	23	21	15,5	48	10,3	5	36	4	56
Цепь МС112-4-100-3	100	18,07	70	90	31	29	22	67	14,3	7	51	6	112
Цепь МС112-4-125-3	125	15,4	70	90	31	29	22	67	14,3	7	51	6	112
Цепь МС112-4-160-3	160	13,05	70	90	31	29	22	67	14,3	7	51	6	112
Цепь МС112-4-200-3	200	11,38	70	90	31	29	22	67	14,3	7	51	6	112
Цепь МС224-4-160-3	160	32,66	100	125	42	41	31	90	20,3	10	72	8	224
Цепь МС224-4-200-3	200	28,03	100	125	42	41	31	90	20,3	10	72	8	224
Цепь МС224-4-250-3	250	24,29	100	125	42	41	31	90	20,3	10	72	8	224
Цепь МС224-4-315-3	315	21,21	100	125	42	41	31	90	20,3	10	72	8	224

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УБОРОЧНО-МОЕЧНЫХ РАБОТ	4
1.1. Общие сведения об уборочно-моечных работах	4
1.2. Классификация оборудования для уборочно-моечных работ	7
2. КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК	15
2.1. Конструктивные особенности и устройство гидравлических рамок моечных установок	15
2.2. Расчет гидрантов	20
2.3. Гидравлический расчет	27
3. УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЩЕТОЧНЫХ УЗЛОВ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК	32
3.1. Конструктивные особенности щеток для мойки автомобилей	32
3.2. Расчет щеточного узла моечной установки	35
4. КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ КОНВЕЙЕРОВ	38
4.1. Общие сведения о конвейерах	38
4.2. Расчет конвейера для моечной установки	42
5. РАСЧЕТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	47
5.1. Общие сведения об очистных сооружениях моечной установки ..	47
5.2. Методика расчета очистных сооружений	49
6. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СТРУЙНО-ЩЕТОЧНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА С КОНВЕЙЕРОМ	52
6.1. Пример расчета гидрантов	52
6.2. Пример гидравлического расчета	59
6.3. Пример расчета щеточного узла моечной установки	67
6.4. Пример расчета конвейера для моечной установки	69
6.5. Пример расчета очистных сооружений	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	74
ПРИЛОЖЕНИЯ	76

Учебное электронное издание

ХОЛЬШЕВ Николай Васильевич
МИЛОВАНОВ Александр Васильевич
ГЛАЗКОВ Юрий Евгеньевич
КОНОВАЛОВ Дмитрий Николаевич
ВЕДИЩЕВ Сергей Михайлович
ПРОХОРОВ Алексей Владимирович

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВНЕШНЕЙ МОЙКИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ

Учебное пособие

Редактирование И. В. Калистратовой
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова
Обложка, упаковка, тиражирование И. В. Калистратовой

ISBN 978-5-8265-2736-8



Подписано к использованию 26.02.2024.

Тираж 50 шт. Заказ № 20

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14
Тел./факс (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru