

ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЛИВНЕСТОКОВ НА МОСТАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Инженеры **А.В. Бобков,**
О.А. Бобкова
(ФГУП «РОСДОРНИИ»)
Конт. тел.: 8(495)452-12-52

В статье рассматриваются проблемы очистки загрязненных стоков с автомобильных дорог. Приводятся типы используемых и перспективных очистных сооружений. Представлена технология очистки загрязненного стока на очистных сооружениях.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, загрязняющие вещества, сточные воды, поверхностный сток, водоотведение, водоочистка, сбросы загрязняющих веществ, отстойник, очистные сооружения, модуль.

Согласно подпрограмме «Автомобильные дороги» Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010 - 2015 годы)» [1], к числу наиболее значимых социально-экономических последствий модернизации и развития сети автомобильных дорог федерального, регионального (межмуниципального) значения отнесено сокращение негативного влияния транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду.

В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» [2] предусматривается следующее:

- ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов при условии выполнения в полном объеме мероприятий по охране окружающей среды согласно проектной документации;
- запрещение ввода в эксплуатацию зданий, строений, сооружений и иных объектов, не оснащенных техническими средствами и технологиями обезвреживания и безопасного размещения отходов производства и потребления, обезвреживания выбросов и сбросов загрязняющих веществ, при невыполнении установленных требований в области охраны окружающей среды;
- запрещение ввода в эксплуатацию объектов, не оснащенных средствами контроля за загрязнением окружающей среды, без

завершения предусмотренных проектами работ по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рекультивации земель, благоустройству территорий в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В связи с этим, проектирование и строительство очистных сооружений на мостах автомобильных дорог имеет важное природоохранное значение.

Проводимые в последние годы ФГУП «РОСДОРНИИ» и МАДИ (ГТУ) исследования, результаты которых подробно изложены в статье «Воздействие автомобильных дорог на экологическое состояние окружающей среды» [4], позволили уточнить интенсивность загрязнений ливнестоков, сбрасываемых с автомобильных дорог в зависимости от интенсивности движения.

Одной из задач водоочистки является сокращение сброса загрязненных ливневых стоков с мостов автомобильных дорог.

Для решения этой задачи необходимо предусматривать устройство соответствующих очистных сооружений при проектировании автодорожных мостов.

Согласно исследованиям, проведенным ФГУП «РОСДОРНИИ», при строительстве и реконструкции мостов на территории РФ в настоящее время применяются несколько типов очистных сооружений.

Типы очистных сооружений, используемые при очистке ливневых стоков, представлены на *рис. 1*.

В первую очередь, строятся очистные сооружения индивидуального проектирования из сборного и монолитного железобетона. Это вызвано тем, что в дорожной отрасли отсутствуют конкретные требования к очистным сооружениям, поэтому их проектирование и строительство выполняется по типу, используемому для промышленных предприятий.

Очистные сооружения индивидуального типа (рис. 2,3) успешно используются на мостовых сооружениях благодаря возможности эксплуатации в различных климатических условиях и в случаях, когда площади, отводимые под строительство очистных сооружений, ограничены. Такое широкое распространение подобные системы получили в связи с их способностью удалять более 95% загрязнений.

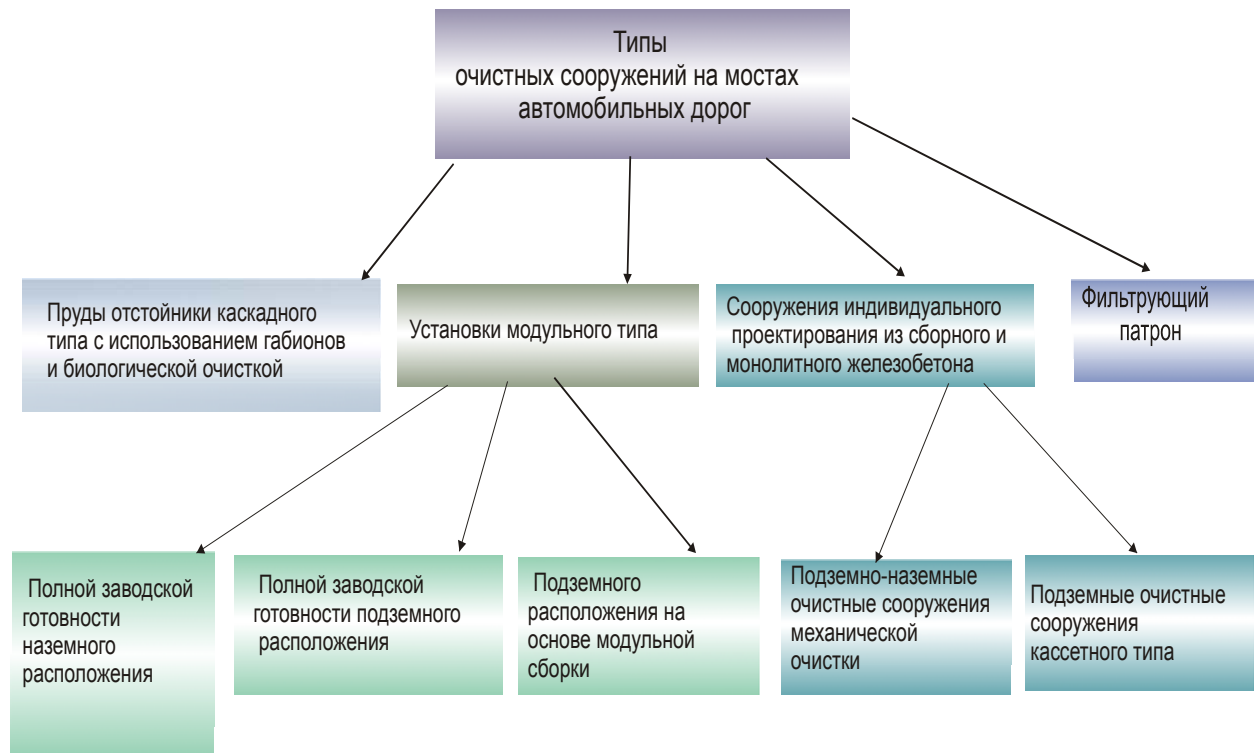


Рис. 1. Типы очистных сооружений



Рис. 2. Очистные сооружения индивидуального проектирования (общий вид)



Рис. 3. Очистные сооружения индивидуального проектирования

Очистное сооружение индивидуального проектирования, как правило, состоит из распределительного колодца, блока предварительной очистки I, блока доочистки II и колодца отбора проб.

Блок предварительной очистки ливневого стока включает в себя:

- решетку, на которой удаляются крупные загрязняющие вещества (тряпки, бумага, пакеты, банки и т.д.);
- отстойник (песколовка), который одновременно выполняет роль резервуара – накопителя, для задержания наиболее крупных минеральных примесей, содержащихся в сточной воде.

Необходимость предварительного осаждения наиболее крупных минеральных примесей обуславливается тем, что удаление этих частиц облегчает условия эксплуатации очистного сооружения и продлевает срок эксплуатации фильтров блока доочистки. Принцип действия песколовки основан на том, что под влиянием сил тяжести происходит оседание на дно частиц, удельный вес которых больше, чем удельный вес воды. Песколовка должна быть рассчитана на такую скорость движения воды, при которой происходит осаждение твердых взвешенных частиц.

Загрязненная вода подается к низу рабочей части отстойника по центральной трубе. После выхода из трубы вода движется снизу вверх к сливным желобам, по которым поступает в отводной лоток или специальными погружными насосами подается на первую ступень фильтра доочистки сточных вод. Во время движения загрязненной воды по отстойнику из нее выпадают взвешенные вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды.

Всплывающие на поверхность воды нефтепродукты должны поступать в нефтееотделитель и нефтесборную емкость, которые должны располагаться рядом с блоком предварительной очистки. Нефтепродукты, накопленные в нефтесборной емкости, периодически отвозятся на утилизацию в специализированную организацию или используются в качестве топлива для котельных.

Для накапливания выпавшего осадка и периодического его удаления, в начале отстойника делается приямок, объем которого зависит от конструкции отстойника и способа удаления ила. Чтобы осадок самотеком сползал к приямку, днищу отстойника придают уклон не менее 1%.

Для уменьшения объема илового осадка, необходимого для вывоза, и при наличии свободных площадей, следует устраивать иловые площадки, где влажность ила понижается на 75-80%. Объем при этом уменьшается в 4-7 раз. Обезвоженный осадок используется для отсыпки

нижних слоев насыпей автомобильных дорог или для приготовления асфальтобетона низких марок.

Блок доочистки, состоящий из 2-х или 3-х ступеней фильтров:

1-я ступень. Фильтр с загрузкой из кварцевого песка или дробленого керамзита (при небольших расходах воды).

После насыщения фильтрующего материала загрязняющими веществами он промывается или, при необходимости, заменяется.

Использованный фильтрующий материал подлежит утилизации. В блоке доочистки размещаются, как правило, два фильтра, включенные параллельно.

2-я ступень. Фильтр с синтетическим фильтрующим материалом.

Фильтр с синтетическим фильтрующим материалом (ФСМ) имеет цилиндрический пластмассовый корпус. Фильтрующий элемент выполнен с использованием фильтрующего материала, изготовленного из полипропиленового волокна.

Эффективность очистки воды на ФСМ составляет:

- по взвешенным веществам - 95%;
- по нефтепродуктам - 70-80%.

По мере насыщения фильтрующего материала загрязняющими веществами, ФСМ промывается или, при необходимости, заменяется. Расчетная продолжительность работы ФСМ до максимально допустимого насыщения фильтрующего материала составляет около 1500 ч. Использованный фильтрующий материал подлежит утилизации. В блоке доочистки размещаются, как правило, два фильтра ФСМ, включенные параллельно.

3 ступень. Адсорбционный фильтр.

Адсорбционный фильтр предназначен для очистки воды от нефтепродуктов, как в растворенном, так и в тонко эмульгированном состоянии. Фильтр снабжен пластмассовым корпусом диаметром 750 мм, высоту 1500 мм и заполняется активированным углем марки АГ-3 или ДАК.

Эффективность очистки воды в адсорбционном фильтре по нефтепродуктам, в зависимости от продолжительности его работы, составляет 90-98%. Содержание нефтепродуктов в очищенном стоке не должно превышать 0,05 мг/л. Расчетная продолжительность работы фильтрующего элемента до насыщения около 1500 ч. Отработанный активированный уголь не подлежит регенерации и утилизируется. В блоке доочистки размещаются, как правило, два адсорбционных фильтра, включенные параллельно.

В последние годы начинают получать распространение, и строятся очистные сооружения в виде **прудов-отстойников каскадного типа**.

Пруды-отстойники каскадного типа предназначены для очистки ливневых поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения и применяются на мостах автомобильных дорог как высоких, так и низких технических категорий.

На дорогах низких категорий большей частью применяются пруды-отстойники, состоящие из 1 или 2-х каскадов (*рис. 4*).

На дорогах высоких технических категорий следует проектировать каскад отстойников, состоящий из 4-х и более камер (*рис. 5*).

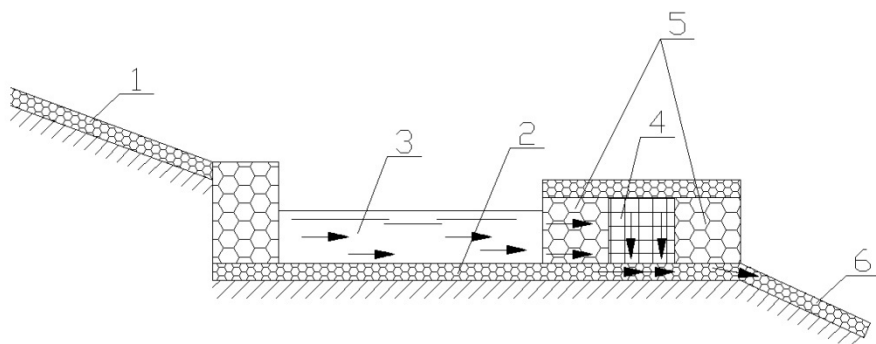


Рис. 4. Пруды-отстойники, состоящие из 1-2 каскадов:

- 1 – водосточный коллектор; 2 – отстойная камера; 3 – секция грубой очистки; 4 – дополнительная фильтровальная камера; 5 – вертикальные стенки дополнительных фильтровальных камер; 6 – отводящий коллектор;
7 – глубоководный бассейн; 8 – фильтрующая дамба;
9 – фильтровальная камера

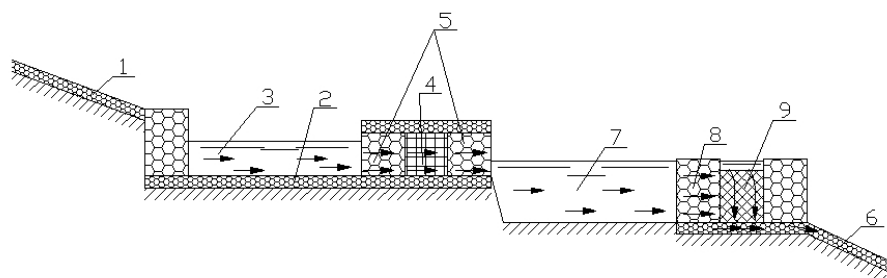


Рис. 5. Каскад отстойников, состоящий из 4-х и более камер:
 1 – водосточный коллектор; 2 – отстойная камера; 3 – секция грубой очистки; 4 – дополнительная фильтровальная камера; 5 – вертикальные стенки дополнительных фильтровальных камер; 6 – отводящий коллектор;
 7 – глубоководный бассейн; 8 – фильтрующая дамба;
 9 – фильтровальная камера

В соответствии со схемой водоотведения, поверхностный сток поступает в отстойник, где происходит осаждение взвешенных веществ. Положение уровня воды определяется конструкцией фильтрующей камеры с зернистой загрузкой и абсолютной отметкой лотка водопроводящей трубы.

Поступающая из отстойника осветленная вода фильтруется через камеру с зернистой загрузкой, проходя дополнительную очистку от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Фильтрующая камера состоит из двух рядов габионов, между которыми засыпан щебень и крупнозернистый песок. Из камеры с зернистой загрузкой сток поступает на биоплато. Биоплато представляет собой искусственный водоем, ограниченный по периметру стенками габионов и засаженный высшими водными растениями (макрофитами). Благодаря совместному действию сообщества растений и микроорганизмов, населяющих биоплато, происходит доочистка стока от нефтепродуктов и тяжелых металлов.

Из биоплато сток попадает в фильтрующую камеру с сорбентом. Камера с сорбентом состоит из двух рядов габионов, между которыми засыпан сорбент. При прохождении стока через сорбент происходит окончательная доочистка от взвешенных веществ и нефтепродуктов, что особенно важно в зимне-весенний период, когда активность биоплато уменьшается. Очищенный сток в виде рассредоточенного потока стекает в водоотводящий лоток из матрасов «Рено», представляющих собой сетчатую конструкцию из проволоки двойного кручения с

шестигранными ячейками, выполняющих функцию габионных очистных фильтрующих элементов. Матрасы «Рено» разделяются внутренними диафрагмами (как правило, через 1 м), для обеспечения жесткости сетчатой конструкции, и заполняются камнями, образуя монолитную систему.

В течение года после строительства таких очистных сооружений (*рис. 6-9*), необходимо проводить мониторинг их работы, по результатам которого уточняется регламент эксплуатационных работ.



Рис. 6. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов (вид сбоку), автомобильная дорога М-3 «Украина»



Рис. 7. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов (вид сверху), автомобильная дорога М-3 «Украина»



Рис. 8. Очистное сооружение каскадного типа с использованием габионов, автомобильная дорога М-3 «Украина»



***Рис. 9. Очистное сооружение
(пруд-отстойник каскадного типа),
автомобильная дорога М8 «Холмогоры»***

Пруды-отстойники каскадного типа с использованием габионов как правило состоят из:

- решеток, на которых задерживаются крупные загрязняющие вещества (бумага, пакеты, банки, бутылки и т.д.);
- камер оседания взвешенных и иловых частиц, поступающих со стекающей по кювету водой;
- биокамер с макрофитами (рогоз, элодея и т.д.), а также с такими биологическими составляющими, как олигохет, личинки хирономид и другие организмы;
- камер с сорбентами, удаляющими нефтепродукты и другие инородные вещества, в которые входят кассеты с углесодержащими и цеолитовыми сорбентами, заменяемыми механизированным способом.

К *преимуществам* таких очистных сооружений относят следующие показатели:

- отсутствие необходимости строительства специальных зданий и применения дорогостоящего оборудования;
- возможность эксплуатации в различных климатических условиях;

- удаление более 95% загрязнений;
- срок службы не менее 30 лет;
- эффективность работы при залповых выбросах нефтепродуктов;
- отсутствие перекачивающего оборудования;
- возможность очистки практически любого объема стока.

Следующий тип очистных сооружений - **очистные сооружения модульного типа**, которые могут быть как подземного, так и наземного расположения.

Очистные сооружения модульного типа выпускаются как полной заводской готовности, так и состоящие из отдельных модулей, которые собираются в зависимости от необходимости пропуска расчетного объема очищаемой воды и обеспечения требуемой степени очистки (*рис. 10*).

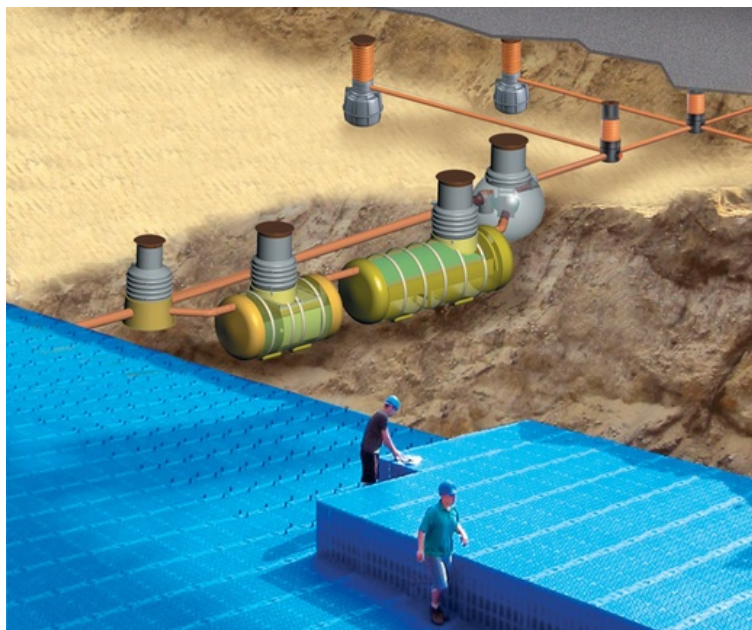


Рис. 10. Общий вид системы очистки ливневых сточных вод с применением очистных сооружений модульного типа



Рис. 11. Размещение системы очистки ливневых сточных вод (зимний период)

Основной особенностью таких очистных сооружений является высокая эксплуатационная готовность модулей, собранных в условиях стационарного производства и возможность проектирования нескольких параллельных линий очистки, в зависимости от объемов стока и концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемых стоках. Размещение и общий вид таких очистных сооружений показаны на *рис. 10, 11*.

Работа очистных сооружений модульного типа основана на использовании механических и физико-химических методов очистки сточных вод. Механические методы предназначены для выделения из воды дисперсных примесей. Благодаря этому примеси с плотностью большей, чем плотность воды осаждаются, а нефтепродукты и другие вещества с меньшей плотностью всплывают.

В очистных сооружениях применяются такие способы механической очистки, как отстаивание в слое большой высоты и тонкослойное отстаивание с коалесцентным эффектом. Коалесцентный эффект проявляется в укрупнении частиц нефтепродуктов, закрепляющихся на гидрофобных (плохо смачиваемых водой) поверхностях, с последующим отрывом и всплыванием укрупняющихся частиц потоком жидкости, с последующим образованием слоя отделившихся нефтепродуктов на поверхности.

В качестве физико-химического метода очистки сточных вод в очистных сооружениях применяется метод адсорбции, при котором нефтепродукты, находящиеся в тонкоэмульгированном и растворенном состояниях, поглощаются поверхностью твердого сорбента (активированного угля). В очистных сооружениях используется способ адсорбции в динамических условиях, когда жидкость перемещается относительно неподвижного слоя сорбента, загруженного в фильтр.

Способ отстаивания в свободном объеме, с уменьшением скорости поступающего потока сточных вод и последующим процеживанием через сетчатый фильтр, используется в каналах и песколовках.

Способ отстаивания в тонкослойных блоках с коалесцентным эффектом используется в нефтеотделителях с коалесцентными модулями.

Очистные сооружения модульного типа сборные, подземного расположения для очистки сточных вод, комплектуются, как правило, следующим оборудованием:

- канал для сбора воды;
- регулирующий колодец;
- песколовка;
- песко-илоотделитель;
- нефтеотделитель с коалесцентными модулями различных типов;
- блок доочистки с сорбционным фильтром;
- колодец для отбора проб.

Очистные сооружения в виде комбинированного фильтрующего патрона применяются для очистки поверхностных сточных вод с мостов до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Применение фильтрующего патрона осуществляется при невозможности размещения очистного сооружения за пределами конструкции моста, с учетом результатов проведения технико-экономического обоснования.

Установка фильтрующего патрона осуществляется, как правило, на опорах моста с двух сторон.

Сточные воды по двухскатному поперечному профилю моста собираются на лотках вдоль проезжей части, где они стекают в водоприемные решетки, расположенные выше фильтрующего патрона. По водоприемному коллектору загрязненный сток попадает на подающий лоток, по которому стекает на фильтр очистки от крупных предметов и мусора фильтрующего патрона. Затем в среднюю часть

фильтрующего патрона, где в процессе прохождения через синтетический или природный фильтрующий материал, происходит осаждение основной части взвешенных частиц и нефтепродуктов. Далее частично очищенные сточные воды поступают в сорбционный блок на основе угольных фильтров, где происходит более глубокое удаление из воды взвешенных веществ и нефтепродуктов.

После прохождения фильтров, очищенные сточные воды через выпускной коллектор сбрасываются в водоем.

Более подробные материалы и информация по очистным сооружениям применяемым на мостах автомобильных дорог приводятся в «Альбоме типовых очистных сооружений на мостах» [3] подготовленным и изданным ФГУП «РОСДОРНИИ» в 2010 г., по заданию Федерального дорожного агентства (РОСАВТОДОР), в котором было рассмотрено семь типов очистных сооружений, в той или иной степени применяемых при очистке загрязненных ливневых стоков с мостов автомобильных дорог.

В альбоме по каждому типу очистных сооружений приведены:

- область применения;
- принцип работы;
- характеристика очистного сооружения;
- описание конструкции;
- преимущества;
- особые условия;
- технологическая схема;
- пример расположения очистного сооружения.

Материалы, изложенные в альбоме, представлены в виде технологических схем, рисунков, фотографий и пояснительного текстового материала.

Кроме этого, в альбоме включено следующее:

- справочные и иллюстративные материалы;
- рекомендации по эксплуатации очистных сооружений;
- описание конструкций очистных сооружений;
- примеры размещения очистных сооружений на мостовых сооружениях.

В Альбоме приводятся утвержденные общие требования к составу и свойствам воды водных объектов рыбохозяйственного значения [5], а также Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [6].

ВЫВОДЫ

Несмотря на все положительные стороны применения рассмотренных очистных сооружений, размещение любого из них сопровождается негативным влиянием на окружающую среду в связи с тем, что конструкция часто располагается в водоохранной зоне или в непосредственной близости от нее. Поэтому при проектировании очистных сооружений необходимо предусматривать выполнение экологических требований к их строительству и эксплуатации. Кроме того, в ходе строительства, следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие выполнение экологических требований, в соответствии с действующим законодательством. К таким мерам относятся: охрана атмосферного воздуха; снижение загрязнения ливнеотоков на строительной площадке; мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов, образующихся во время строительства.

За эксплуатируемыми очистными сооружениями необходимо осуществлять постоянный надзор, проводить своевременные регламентные работы, осуществлять лабораторный контроль за концентрацией веществ в очищенных стоках и не допускать превышения установленных нормативов, согласно выданному *Разрешению на сброс загрязняющих веществ в водную среду*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010-2015 гг.)*, введена в действие с 1 января 2010 года постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2008 года №377 (с изменениями на 22 апреля 2010 года).
2. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
3. *Альбом типовых очистных сооружений на мостах*. – М.: Росавтодор, 2010.
4. Бобков А.В., Бобкова О.А. *Воздействие автомобильных дорог на экологическое состояние окружающей среды* / А.В. Бобков, О.А. Бобкова // ДОРОГИ И МОСТЫ. – М.: ФГУП «РОСДОРНИИ», 2009. – № 1. - С. 253 – 261.
5. *Приказ Росрыболовства от 04.08.2009 № 695; зарегистрировано в Минюсте РФ 03 сентября 2009 г. № 14702.*
6. *Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20; зарегистрировано в Минюсте РФ 9 февраля 2010 г. № 16326.*

POLLUTED STORM DRAINS CLEARING ON ROAD BRIDGES

Engineers A.V. Bobkov,

O.A. Bobkova

(FSUE «ROSDORNII»)

Contact information: 8(495)452-12-52

The article deals with the problems on clearing of the polluted storm waters from roads. Used and advanced treatment facilities types are given. The technology of clearing of the polluted storm water using treatment facilities is considered.

Key words: *environment protection, pollutants, sewage, superficial runoff, water removal, water treatment, pollutants discharge, storm-water basin, treatment facilities, module.*

Рецензент: зав. Центральной испытательной лабораторией
ФГУП «РОСДОРНИИ» Ю.Н. Розов.

Статья поступила в редакцию 10.09.2010 г.