

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА СО СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Публикация в журнале «Сантехника», №6 за 2010 г.

Одним из мероприятий по инженерной защите окружающей среды, решаемых при строительстве и эксплуатации скоростных магистралей, является сбор и очистка поверхностного стока с полотна дороги и откосов насыпей перед сбросом его в водоемы или на рельеф. На очистные сооружения должна отводиться наиболее загрязненная часть поверхностного стока, которая образуется в периоды выпадения дождей, таяния снега и от мойки дорожных покрытий, в количестве не менее 70 % годового объема стока. Спецификой очистки поверхностных сточных вод с автострад является наличие десятков или сотен выпусков поверхностных сточных вод с их территории в объекты-водоприемники с различными требованиями к степени очистки стоков.

Специалистами ООО «РОСЭКОСТРОЙ» были разработаны технологические решения по очистке поверхностных сточных вод от проектируемой Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) Московской области. Проектируемая трасса ЦКАД общей протяженностью 521 км с 4...8 полосами движения размещается в пределах Московской области и пересекает многочисленные водные объекты (ручьи, реки, каналы, водохранилища), в том числе, имеющие специальный водный режим и назначение. Трасса разбита на пять пусковых комплексов, каждый из которых имеет протяженность около 100 км (рис.1)



Рис.1 Схема пусковых комплексов ЦКАД

Перечень контролируемых загрязнений в поверхностных водах с территории ЦКАД принят в соответствии с табл.2 и включает следующие показатели: взвешенные вещества, органические загрязнения (БПК₂₀) и нефтепродукты, исходные концентрации которых приведены в табл.1.

Таблица 1

Качественный состав сточных вод поступающих на очистку

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение
1	Взвешенные вещества	мг/л	1000
2	Нефтепродукты	мг/л	20
3	БПК ₂₀	мг/л	80

Как видно из рис.1 проектируемая автомагистраль охватывает большую часть районов Московской области, в которых расположены такие водные объекты как р.Москва, канал им.Москвы, р.Нара, р.Пахра и т.д. В соответствии с условиями отведения очищенных поверхностных вод приняты следующие группы водоприемников:

I группа - особо охраняемые территории (зоны санитарной охраны питьевых водопроводов, водные объекты рыбохозяйственного значения с притоками 1-го и 2-го порядка), в этом случае качество очищенной воды соответствует ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения.

II группа - водные объекты не рыбохозяйственного значения и их притоки, а также водовыпуски в черте населённых пунктов. Качество очищенных стоков для данной группы соответствует ПДК для водных объектов рекреационного водопользования, согласно требованиям;

III группа - пониженные места рельефа местности, не имеющие прямой связи с открытыми водными объектами.

Качество очищенных поверхностных сточных вод для каждой из групп приведены в табл.2.

Таблица 2

Качественный состав очищенных сточных вод на выпуске из сооружений по группам

№ п/п	Наименование загрязнений	Единица измерения	Значения		
			I группа	II группа	III группа
1	Взвешенные вещества	мг/л	3,0	10	50
2	Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,3	0,5
3	БПК ₂₀	мг/л	3,0	6,0	6,0

В связи с этим, для каждой из вышеперечисленных групп были разработаны различные типы очистных сооружений:

1. При пересечении трассой ЦКАД объектов I группы предусматривается строительство очистных сооружений накопительного типа (НТ) с фильтровальными станциями глубокой очистки;

2. При отводе воды в водные объекты II группы предусматриваются очистные сооружения проточного типа (ПТ);

3. При отводе воды на объекты III группы предусматриваются габионные фильтрующие очистные сооружения (ГФС), обеспечивающие задержание плавающего мусора, грубодисперсной взвеси (песка), мелкодисперсных частиц и нерастворенных нефтепродуктов и отвод очищенной воды на рельеф.

Сбор и отвод поверхностных сточных вод предусматривается в конструктивных решениях проектируемой трассы придорожными лотками, кюветами, закрытыми коллекторами в пониженные места продольного профиля дороги. Объем талого стока с дорожных покрытий не учитывался в объеме, принимаемого на очистку, исходя из того, что предполагается интенсивная снегоуборка дорожного полотна после каждого снегопада с вывозом снега.

Сооружения накопительного типа (НТ). Для достижения требуемого качества очистки поверхностных стоков на очистных сооружениях накопительного типа (рис.2) предусматриваются следующие технологические ступени:

- задержание плавающего мусора в мусороудерживающей корзине;
- извлечение песка, основной взвеси и нерастворимых нефтепродуктов при гравитационном отстаивании в аккумулялирующей емкости;
- задержание эмульгированных нефтепродуктов, мелкодисперсных и коллоидных частиц при контактной реагентной фильтрации на фильтрах I и II ступени с загрузкой из антрацита «Пуrolат-стандарт»;
- глубокая очистка от растворённых веществ до ПДК водоёмов рыбохозяйственного значения на фильтрах III ступени с загрузкой активированного угля АГ-3;
- обеззараживание на УФ-установках;

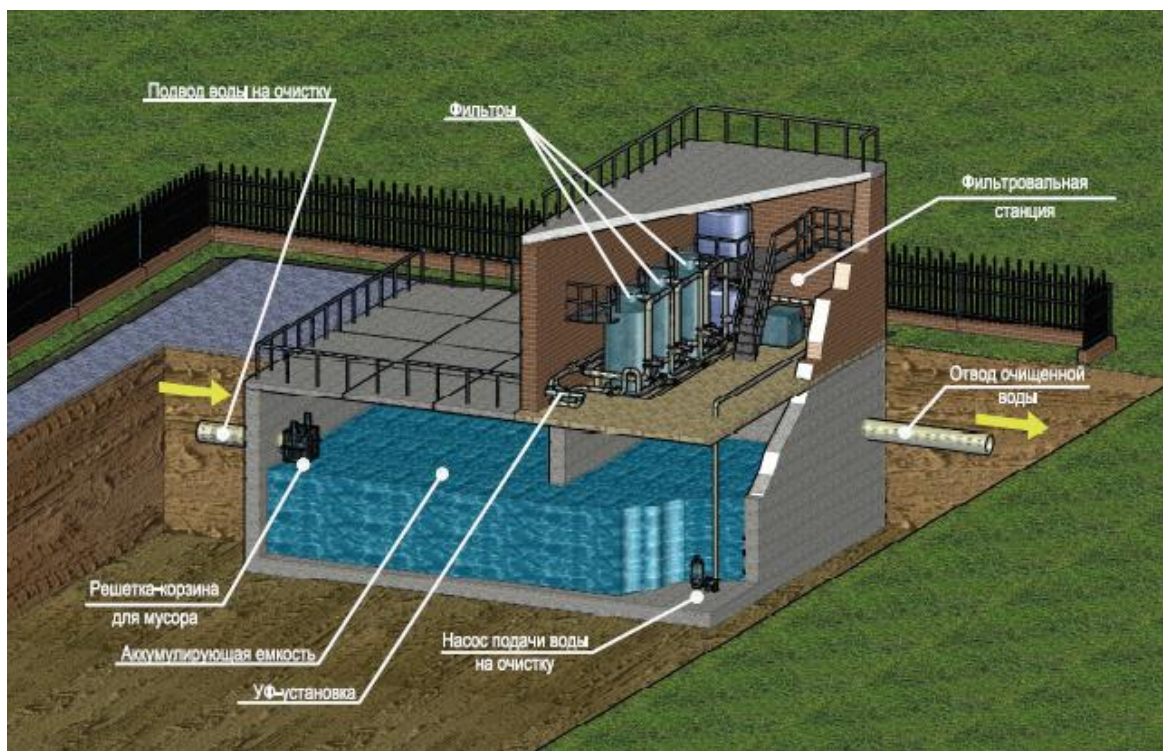


Рис.2 Очистное сооружение накопительного типа

Для регулирования расхода поверхностного стока с целью подачи на очистку наиболее загрязнённой его части на подводящих коллекторах к сооружениям накопительного типа предусмотрены делительные камеры. Пиковые расходы поверхностного стока, превышающие расчетную интенсивность, отводятся через делительную камеру на сброс без очистки. Загрязнённая часть стока, а также дожди малой и средней интенсивности направляются в резервуар-накопитель, на входе в который размещается мусороудерживающая корзина для задерживания плавающего мусора. По мере накопления, мусор удаляется из корзины и вывозится на площадки складирования.

Резервуар-накопитель представляет собой подземное сооружение, состоящее из аккумулирующей ёмкости и резервуара очищенной воды. Системой перегородок аккумулирующая ёмкость разделена на несколько секций, число которых зависит от площади подземной части. По ходу движения дождевых вод в аккумулирующей емкости происходит выпадение основной взвеси и крупнодисперсных включений. Эффект осаждения достигает до 80%.

Конструкция перекрытия аккумулирующей ёмкости обеспечивает возможность удаления осадка с днища, которое осуществляется грейфером в соответствии с регламентом сезонного режима работы очистных сооружений. Осадок загружается в автотранспорт и вывозится на специализированные площадки складирования.

Для улавливания всплывших в виде нефтяной пленки нефтепродуктов, используются боны, заполненные сорбирующим материала «Экосорб». Периодически, по мере выработки сорбирующей способности (ориентировочно 1...2 раза в год), нефтесборные боны регенерируются с помощью передвижного механического отжимного устройства (ОМУ). После отжима боны возвращаются в технологический цикл. По истечению восстановительной способности (4-5 циклов регенерации) боны вывозятся для утилизации. Отжатая нефтяная эмульсия вывозится на утилизацию.

Из резервуара-накопителя аккумулированный объем сточных вод в течении 48 часов погружными насосными агрегатами перекачивается на фильтры. В качестве

загрузки на фильтрах I и II ступени используется антрацитовая крошка «Пуролат-стандарт». На напорном трубопроводе, подающем очищаемую воду на фильтры I ступени, предусматривается узел ввода реагента, куда подается рабочий раствор 5% концентрации оксихлорида алюминия «Аква-Аурат. Глубокая очистка осветленной воды достигается сорбцией на III ступени фильтрации, где в качестве загрузки используется активированный уголь АГ-3.

Учитывая, что очистные сооружения накопительного типа располагаются на пересечении трассой ЦКАД водных объектов с выпуском поверхностных стоков непосредственно в водный объект или в границах водоохранной зоны и зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, после фильтров III ступени предусматривается обеззараживание на УФ-установках. После обеззараживания, очищенные сточные воды направляются в резервуар очищенной воды, откуда по сбросному коллектору отводятся в водоприемник.

Работа станции осуществляется полностью в автоматическом режиме без постоянного присутствия персонала. Все основные технологические параметры в режиме реального времени передаются на локальный диспетчерский пункт.

Расчетное качество воды после каждой ступени очистки приведено в табл.3.

Таблица 3

Качество воды после каждой ступени очистки на сооружениях накопительного типа (НТ)

Ступень очистки	Взвешенные		Нефтепродукты		БПК ₂₀	
	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект, очистки %
Поверхностный сток, поступающий на очистку	1000,0	-	20,0	-	80	-
Гравитационное отстаивание в аккумулирующей ёмкости	200	80	6,0	70	36	55
Контактное реагентное фильтрование на фильтрах с загрузкой из антрацитов (I ступень фильтрации)	30	85	1,2	80	14,4	60
Контактное реагентное фильтрование на фильтрах с загрузкой из антрацитов (II ступень фильтрации)	6,0	80	0,3	75	6,5	55
Фильтрование через загрузку из активированного угля	3,0	50	0,05	83	3	54

(III степень фильтрации).						
------------------------------	--	--	--	--	--	--

Производительность сооружений принята исходя из размеров и характеристик водосборных площадей участков магистралей. Было разработано шесть типоразмеров очистных сооружений накопительного типа производительностью (по фильтровальной станции): 2,5; 5; 10; 20; 25 и 50 м³/ч.

Сооружения проточного типа (ПТ). Для очистки поверхностных сточных вод на сооружениях данного типа (рис.3) предусматриваются следующие технологические этапы:

- задержание плавающего мусора на решётке;
- извлечение песка, основной взвеси и нерастворимых нефтепродуктов при гравитационном отстаивании в центральной части емкостных сооружений, оборудованных системой кольцевых перегородок для равномерного распределения потока сточных вод, и нефтесобирающими бонами «Экосорб»;
- задержание эмульгированных нефтепродуктов, мелкодисперсных и коллоидных частиц при фильтрации через загрузку высокоэффективного природного сорбента шунгит.

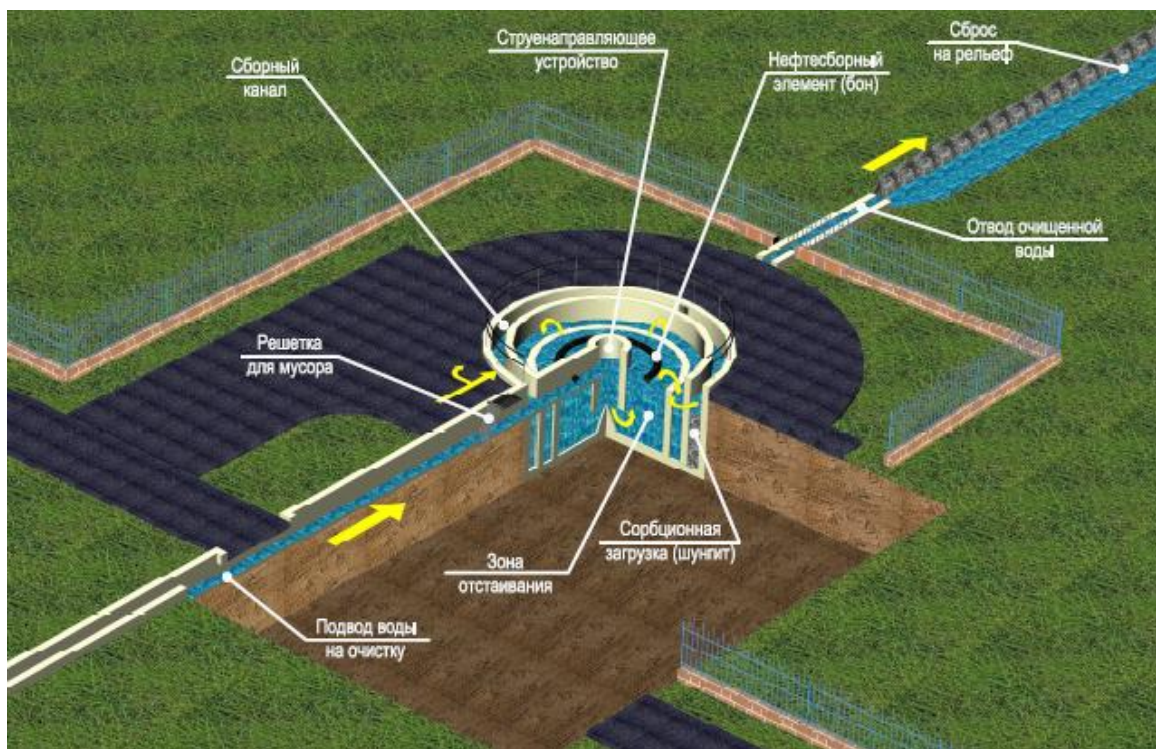


Рис.3 Очистное сооружение проточного типа

Сооружения проточного типа представляют собой круглую в плане железобетонную емкость, разделенную кольцевыми каналами и сборными лотками. На входе в сооружение размещается мусорудерживающая решетка. Периодически, по мере засорения, решетка очищается, мусор вывозится на площадки складирования.

Расчетный расход поверхностного стока поступает в центр зоны отстаивания, где происходит осаждение песка, взвеси и отстаивание нерастворенных нефтепродуктов. Осадок из центральной зоны удаляется грейфером и вывозится на специализированном автотранспорте. Всплывшие нефтепродукты собираются плавающими бонами «Экосорб», размещенными по окружности отстойной зоны, которые по мере исчерпания

сорбирующей способности (ориентировочно 1...2 раза в год) регенерируются с помощью передвижного механического отжимного устройства (ОМУ). После 4...5 циклов регенерации боны вывозятся на утилизацию.

Конструктивной особенностью данного сооружения является система кольцевых каналов, оборудованных устройствами для перепуска воды, обеспечивающих равномерное распределение водного потока и соответственно равномерную работу отстойной части.

Осветленная вода из центральной части через кольцевой водослив поступает в периферийный сборный канал, и затем, проходит через фильтрующий слой из высокоэффективного природного сорбента шунгита, обеспечивающего очистку от мелкодисперсной взвеси, а также сорбцию нефтепродуктов.

Для деструкции задержанных в фильтрующем слое и грунте нефтепродуктов 1-2 раза за сезон производится обработка фильтрующей загрузки биодегрантом нефти «Дегройл» (ТУ-3257-002-84983841-2008), позволяющий эмульгировать и растворять нефтепродукты, экспонируя их в объеме для разложения нативными (имеющимися в данной среде) бактериями. При этом скорость разложения нефтепродуктов возрастает в десятки раз.

Далее очищенная вода через водослив в конечной точке отводного канала сооружения подается в сбросной коллектор и отводится в водоприемник.

В головной части конструкции сооружения предусмотрена делительная камера с водосливом и обводным кольцевым каналом для пропуска «пиковых» расходов, которые превышают расчетную производительность сооружения

Расчетное качество воды после каждой ступени очистки приведено в табл.4:

Таблица 4

Качество воды после каждой ступени очистки на сооружениях проточного типа (ПТ)

Ступень очистки	Взвешенные		Нефтепродукты		БПК ₂₀	
	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект, очистки %
Поверхностный сток, поступающий на очистку	1000	-	20,0	-	80	-
Гравитационное отстаивание в центральной части сооружения (радиальный отстойник) и сорбция на «Экосорб»	200	80	6,0	70	36	55
Фильтрация через сорбент шунгит (медленный фильтр)	10	95	0,3	95	6	83

Для различных водосборных площадей было разработано 5 типоразмеров очистных сооружений проточного типа производительностью: 10; 20; 40; 60; 80 л/с.

Габионные фильтрующие сооружения (ГФС). Для достижения требуемого качества очистки поверхностных стоков на габионных очистных сооружениях (рис.4) предусматриваются следующие технологические ступени:

- задержание плавающего мусора на решётке;
- извлечение песка и основной взвеси за счёт резкого снижения скорости потока и гашения энергии струи при переходе воды из лотка в железобетонный резервуар переменного сечения;
- задержание эмульгированных нефтепродуктов, мелкодисперсных и коллоидных частиц при фильтрации через слой щебня и высокоэффективного природного сорбента шунгит.

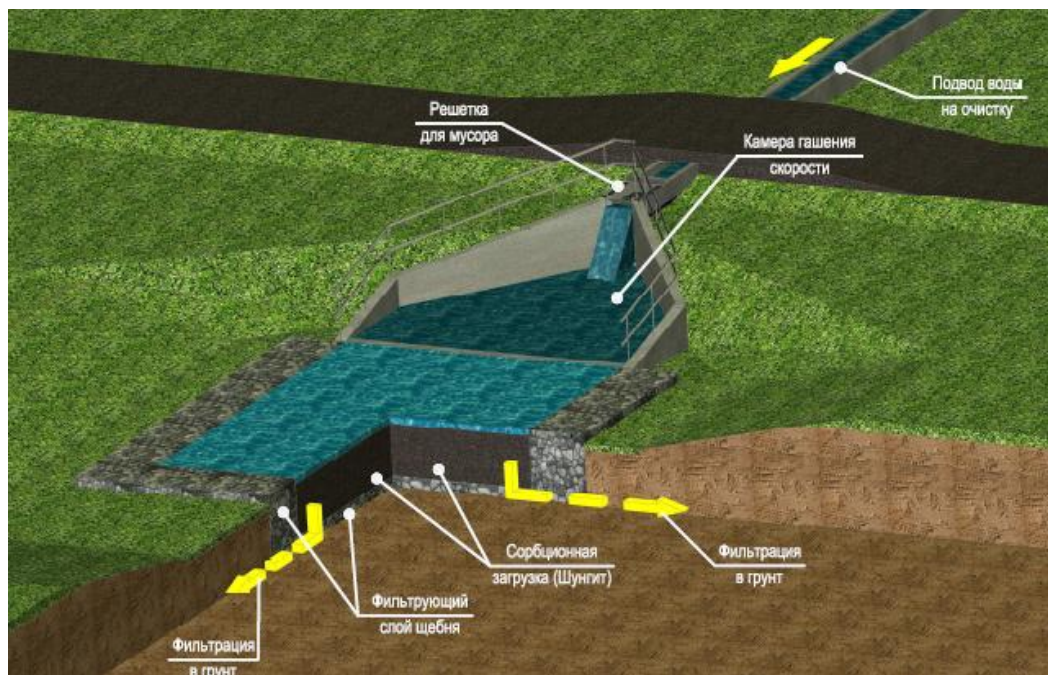


Рис.4 Габионное фильтрующее сооружение

Габионное фильтрующее сооружение выполняет двойную функцию: предотвращает размыв (эрозию) почвы в районе выпуска на рельеф и осуществляет очистку поверхностного стока с дороги.

Сооружения располагаются в устьевой части водоотводящих лотков автомагистралей. Очищаемый водный поток проходит мусорудерживающую решетку, размещенную в подводящем к сооружению лотке. Решетка периодически очищается, мусор вывозится на площадки складирования.

После решетки водный поток попадает в железобетонный резервуар переменного сечения, где резко снижается скорость потока и происходит гашение энергии струи, что приводит к осаждению грубодисперсных частиц, удаляемых по мере накопления. Далее через водосливную стенку осветленный сток направляется на фильтрующую площадку, состоящую из трёх слоев:

- слой щебня (200 мм);
- насыпной слой природного сорбента шунгит (400 мм);
- габионный матрас «РЕНО» (300 мм);

Сорбционные свойства шунгита, его высокая механическая прочность, каталитические восстановительные и бактерицидные свойства позволяют использовать его как эффективный материал для очистки нефтесодержащих стоков.

Для деструкции задержанных в фильтрующих слоях и грунте нефтепродуктов 1-2 раза за сезон производится обработка фильтрующей площадки биодегрантом нефти «Дегройл» (ТУ-3257-002-84983841-2008).

Расчетное качество воды после каждой ступени очистки приведено в табл.5:

Таблица 5

Качество воды после каждой ступени очистки на ГФС

Ступень очистки	Взвешенные		Нефтепродукты		БПК ₂₀	
	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект очистки, %	мг/л	Эффект, очистки %
Поверхностный сток, поступающий на очистку	1000,0	-	20,0	-	80	-
Гравитационное отстаивание в приемном резервуаре	300	70	5,0	75	40	50
Фильтрация через сорбент шунгит (медленный фильтр)	50	83	0,5	90	6	85

Было разработано два типоразмера ГФС производительностью: 10...40 л/с и 40...80 л/с.

В настоящее время получено положительное заключение ФГУ «Главгосэкспертиза России» проектно документации по 3 и 4 пусковым комплексам. Начало строительства ЦКАД намечено на 2011 год.

Выводы:

1. Разработанные технологические решения по очистке поверхностных сточных вод от ЦКАД позволяют обеспечить в полной мере защиту окружающей автомагистраль природной среды и водных объектов с различными экологическими характеристиками;
2. Предложенные конструкции очистных сооружений накопительного, проточного типов и ГФС позволяют оптимально подобрать их необходимую производительность в зависимости от характеристики водосборного участка трассы;
3. Использование современного энергосберегающего оборудования, широкого спектра средств диспетчеризации и автоматизации позволит минимизировать эксплуатационные затраты на очистку стоков.