

6. Колісник, О.П. Процеси тепломасобміну при теплової обробці бетонних виробів / О.П. Колісник // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2008. – № 38 – С. 82–87.
7. Пропарювальна камера: патент 40453. МПК С04В 40/00 / О.П. Колісник, І.В. Коц– № u200812905; заявлено 05.11.2008; опубл. 10.04.2009, бюл. № 7.
8. Спосіб тепловологісної обробки будівельних виробів: патент 40455. МПК С04В 40/00 / О.П. Колісник, І.В. Коц– № u200812911; заявлено 05.11.2008; опубл. 10.04.2009, бюл. № 7.
9. Марьямов, Н.Б. Тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона / Н.Б. Марьямов – М.: Стройиздат, 1970. – 272 с.

Матеріал поступил в редакцию 15.02.13

#### KOLESNIK E.P., KOTS I.V. Material balance vapor mixture in steaming chamber with aerodynamic of heater rotary type

Basic conformities to law of technological process of heat and moisture treatment of concrete wares are considered in steam thoroughly chamber with the aerodynamic heater of ring-type. Initial and border conditions are accepted for the periods of technological process of heat and moisture treatment material balance of heat and moisture mixture is made in steam thoroughly chamber.

УДК 504(476.7)

Волчек А.А., Бульская И.В.

### СТОК С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЕГО ОЧИСТКА

**Введение.** Город представляет собой особую в экологическом отношении среду, отличную от естественной природной среды, характерной для данного региона. Широко известными проблемами урбанизированных территорий являются тепловое загрязнение, загрязнение воздуха, проблема утилизации твердых отходов и коммунальных сточных вод. В последнее время все больше исследователей обращает внимание также на проблему поверхностного стока, формируемого на урбанизированных территориях. Во-первых, современный город представляет собой среду со значительным процентом непроницаемых для атмосферной влаги покрытий (покрытия дорог и тротуаров, стоянок автотранспорта и промышленных территорий, крыш зданий). Это приводит к тому, что объем поверхностного стока, формируемого на территории города, значительно превышает объем поверхностного стока, формируемого в естественных ландшафтах, где существенная часть влаги впитывается в почву, а также расходуется растениями. Измененный гидрологический режим города может производить в 5 раз больше поверхностного стока, чем, например, эквивалентная территория, занятая лесом [1]. Во-вторых, поверхностный сток на урбанизированной территории в процессе формирования накапливает значительное количество примесей. Поверхностный сток с урбанизированной территории по загрязненности сравним с коммунальным стоком [2].

Источники попадания загрязнений в поверхностный сток можно разделить на две группы:

- точечные источники – это, например, перегрузка систем канализации, нелегальные выбросы («врезки») в систему дренажной ливневой канализации городов, либо стоки с территорий со специфическим назначением (таких, как территории промышленных предприятий);
- неточечные источники – мусор, опавшие цветы и листья, взвешенные вещества (продукты износа автомобильных шин и дорожных покрытий, эрозии почвы, твердые частицы промышленных выбросов), бензин и масла с поверхностей дорог, частички несгоревшего топлива, синтетические поверхностно-активные вещества, нутриенты, железо, тяжелые металлы, соли, являющиеся компонентом противогололедных смесей в зимний период, бактерии [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Поверхностный сток с урбанизированных территорий может нанести существенный вред окружающей среде: вызывать подтопление и разливы, заиливание, бактериальное загрязнение, повышение температуры и понижение содержания кислорода в принимающем водотоке, истощение подземных вод, ухудшение качества питьевой воды [11].

**Выбор методов очистки.** Формирование поверхностного стока на городской территории представляет собой сложный процесс, подверженный влиянию таких факторов, как назначение и степень хозяйственного освоения территории, ее загрязненность, интенсивность и продолжительность осадков, продолжительность предшествующего сухого периода, нормы расхода воды при мойке дорож-

ных покрытий. На состав поверхностного стока также оказывают влияние загрязненность атмосферы, наличие и численность промышленных предприятий и строительных площадок, интенсивность движения транспорта, тип застройки на данной территории и функциональное назначение застройки, режим уборки территории, особенности местной гидрографии и климата [7, 8, 9, 10].

Эффективное управление поверхностным стоком, образующимся на урбанизированных территориях, возможно только при учете всех особенностей его формирования на данной территории и должно быть направлено как на предотвращение подтоплений и перегрузок дренажной системы, так и на предотвращение попадания в окружающую среду загрязняющих веществ, т.е. на уменьшение объема стока и увеличение емкости дренажной сети, с одной стороны, и на снижение загрязненности стока с другой [12, 13]. Нерациональное применение существующих методов очистки поверхностного стока может оказывать негативное влияние на окружающую среду, а именно: препятствовать перемещению водной фауны; уменьшать количество взвешенных веществ и, таким образом, вызывать недостаточную седиментацию ниже по течению в принимающем водотоке и, как следствие, водную эрозию; ингибировать водных обитателей и прибрежную растительность; увеличивать температуру ниже по течению и уменьшать содержания растворенного кислорода [14].

В странах Европы и США используются два принципа предотвращения загрязнений, вызванных поверхностным стоком с урбанизированных территорий, – контроль в месте образования и контроль в месте сброса стока. Контроль в месте образования предусматривает комплекс мер по сокращению объема образующегося поверхностного стока либо предотвращение его образования. Контроль в месте сброса стока представляет собой разработку разнообразных очистных сооружений, располагаемых на выходе из коллектора дренажной ливневой канализации, проточного или задерживающего типа, призванных обеспечить снижение уровня загрязненности стока до приемлемых величин перед сбросом в принимающий водоем. Уровни очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий подчиняются той же иерархии, что и уровни очистки канализационного стока (выделяют первичный, вторичный и третичный уровни очистки) [1, 15].

С учетом сложности процесса формирования поверхностного стока и большого числа факторов, оказывающих влияние на его состав, выбор оптимального метода очистки должен предусматривать решение ряда вопросов: 1) возможность достижения требуемого уровня очистки данным методом и эффективности метода для достижения заданного уровня очистки; 2) стоимость данного метода и стоимость эксплуатации и технического обслуживания требуемых сооружений; 3) особенности водосборной территории, учет имеющихся ограничений (наличия свободных территорий, доступность для служб технического обслуживания и т.п.); 5) социальные вопросы (эстетика, безопасность); 6) возможности смягчить другие по-

Бульская Инна Валерьевна, аспирант кафедры химии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина.

Беларусь, БрГУ им. А.С. Пушкина, 224016, г. Брест, бульвар Космонавтов, 21.

следствия урбанизации, случайные воздействия на окружающую среду и текущее состояние створа и водосбора [15].

Так, при проектировании мероприятий по управлению поверхностным стоком в городе Бресте необходимо учитывать ряд особенностей города. Система ливневой канализации г. Бреста имеет 26 выпусков, большинство из которых сбрасывают сток непосредственно в р. Мухавец (лишь небольшой процент поверхностного стока подвергается очистке). По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, в водах р. Мухавец наблюдается постоянное загрязнение фосфатами и соединениями азота [16, 17, 18, 19], поэтому желательным является сокращение поступления нутриентов со всеми видами стока. Кроме того, в зимний период серьезную проблему представляют хлориды и взвешенные вещества за счет применения противогололедных смесей. В центральной части города целесообразно применять методы очистки поверхностного стока, совместимые с существующей системой ливневой канализации, т.к. такое решение наиболее экономически выгодно.

**Классификация методов очистки.** Для очистки поверхностных стоков, не содержащих значительных количеств загрязнителей, применяют механические методы, включающие отстаивание и фильтрацию. Часто такие методы применяются в качестве первичной очистки перед применением методов более глубокого удаления загрязнителей. Простейшие отстойники представляют собой конструкции для механического удаления осадка и бензо-маслоуловитель для удаления нефтепродуктов с поверхности воды. Для удаления грубых примесей применяют пескоуловители; грязевые ловушки; ловушки, стойки и сетки для улавливания крупного мусора [20, 15].

Для очистки поверхностного стока в месте сброса существует широкий спектр устройств проточного типа, которые по принципу своей работы могут быть отнесены к устройствам контроля поверхностного стока в месте сброса. Установки представляют собой подземную емкость, работают по проточной схеме как элемент самотечной дренажной ливневой канализации, не имеют аккумулирующего резервуара. В состав основного оборудования входят следующие элементы: блок основного отстаивания (иногда с блоком тонкого отстаивания) и блок коалесцентной очистки от нефтепродуктов, обычно расположенные в одном корпусе. Часто подобные установки содержат дополнительно блок тонкой фильтрации [21, 22, 23]. Наполнителем блока тонкой фильтрации могут служить хемосорбенты различных типов (активный уголь, цеолиты, торф). Хемосорбенты способны значительно снижать концентрацию ионов тяжелых металлов в обрабатываемом стоке. Опытным путем доказано, что волокнистые сорбенты имеют ряд преимуществ – большую удельную площадь, а значит и большую скорость сорбции, имеют больший срок эксплуатации, отличаются хорошей способностью к регенерации без применения особых технологических условий. Сорбционный блок работает за счет движения воды путем ее просачивания через пористый сорбционный элемент за счет разницы уровней [24, 25, 26].

Флотационно-фильтрационная установка представляет еще один вариант устройств проточного типа и предусматривает наличие отстойника с накопителем и двухступенчатый сорбционный фильтр для доочистки стока. Система может быть дополнена блоком УФ-обеззараживания и системой обезвоживания осадка. Для повышения производительности таких систем используется монтаж параллельных технологических линий [22].

Свое применение в технологии очистных установок проточного типа нашли также методы флокуляции. Флокуляция является реактивным методом, поэтому в конструкции таких сооружений необходимо предусмотреть узел дозирования флокулянта (химического или биологического) и блок смешивания. Финальным этапом такого метода очистки может служить блок фильтрации или отстойник-флокулятор [27, 28, 29].

Преимуществами технологий проточного типа являются их невысокая стоимость, компактность, простота обслуживания, отсутствие энергопотребления. Однако установки подобного типа имеют ряд общих недостатков: они гарантируют очистку только по двум показателям – взвешенные вещества и нефтепродукты (в то время как поверхностный сток содержит обширный перечень загрязнителей); в период максимальных расходов производится сброс без очистки по обводной линии, что приводит к попаданию в окружающую среду стока, содер-

жащего максимальные концентрации загрязняющих веществ; непродолжительное пребывание стока в блоке отстаивания может привести к тому, что в осадок выделяются только грубодисперсные взвеси, мелкодисперсные взвеси попадают в последующие блоки и нарушают механизм коалесцентной очистки и тонкой фильтрации, приводя к понижению качества очистки и выходу из строя блоков коалесцентной очистки и тонкой фильтрации [21, 22, 23].

Перспективным представляется применение для очистки поверхностного стока на урбанизированных территориях ряда ландшафтных решений, например прудов-накопителей. Пруды-накопители разработаны для того, чтобы перехватывать основной объем поверхностного стока, задерживать его до тех пор, пока он частично или полностью не заменится порцией нового стока во время следующего дождя. Грамотно спроектированные пруды-накопители могут быть очень эффективными в очистке поверхностного городского стока от всех типов загрязнителей, помогают контролировать одновременно качество и количество стока и, кроме того, могут стать ценным эстетическим элементом городского ландшафта и создавать место обитания для многих видов животных и птиц. Очистка стока от взвешенных веществ происходит путем гравитационной седиментации, водные микроорганизмы и растения обеспечивают удаление нутриентов и разложение органических примесей. Если дно такого водоема является проницаемым, то может иметь место инфильтрация и, таким образом, пополнение запаса грунтовых вод [30, 31].

Еще одним вариантом ландшафтного решения могут быть задерживающие системы. Задерживающие системы разработаны для того, чтобы перехватывать основной объем поверхностного стока после выпадения дождя, временно задерживать воду и постепенно (обычно в течение не более 24 часов) выпускать ее в водоток. Главной целью таких систем является уменьшение объема стока во время максимальных расходов. В период между выпадением осадков территория остается сухой и может иметь другое назначение (использоваться как парк или спортивная площадка). Однако следует учитывать, что степень очистки стока минимальна и ограничивается задержанием взвешенных веществ за счет гравитационного осаждения. Кроме того, выпускные коллекторы таких конструкций могут быстро забиваться и требуют периодической чистки. Другим примером подобной технологии является биологическая задерживающая система. Биологическая задерживающая система представляет собой инженерную систему, предназначенную для имитации природной лесной экосистемы. Поверхностный сток собирается на территории системы и постепенно инфильтрируется в подстилающую почву. Далее вода может служить источником пополнения запасов грунтовых вод, либо собираться специальной дренажной сетью и выводиться в принимающий водоток. Загрязнители удаляются путем адсорбции, фильтрации, испарения, ионного обмена или разложения [30].

Методы контроля поверхностного стока в месте образования имеют ряд преимуществ перед методами контроля в месте сброса, а именно: зачастую являются менее дорогими, лучше совместимы с естественным гидрологическим циклом и позволяют расширять урбанизированные территории без реконструкции дренажных сетей, так как существенно сокращают объем поверхностного стока [12], однако зачастую рассчитаны на обработку ограниченного объема воды и должны использоваться в комплексе с другими методами.

Ряд методов такого типа имеет очень простую конструкцию и универсальный характер. Например, фильтрационные (или буферные) полосы – засаженные травой или другой растительностью области, удерживающие поверхностный сток. Инфильтрационные траншеи представляют собой неглубокие каналы, заполненные гравием, через них поверхностный сток в месте своего формирования инфильтрируется в почву и грунтовые воды. Однако инфильтрационные траншеи рассчитаны на поглощение небольшого объема стока, поэтому обычно используются в комплексе с другими методами [15, 30].

Проницаемые покрытия для тротуаров и стоянок автотранспорта представляют собой широкий спектр материалов, позволяющих атмосферной влаге проходить сквозь них и естественным путем впитываться в почву. Такими покрытиями могут быть пористый, проницаемый для воды асфальт, бетон, разнообразные крупноблочные покрытия, а также ячеистые покрытия, позволяющие травянистым растениям произрастать между ячейками, и усиленные газонные покрытия, достаточно прочные, чтобы использоваться, например, для покрытия

стоянок автотранспорта или тротуаров в пределах селитебных территорий. Покрытия такого типа не могут быть использованы в местах, характеризующихся образованием большого количества взвесей, так как поры таких покрытий могут забиваться [15, 30].

На высоко урбанизированных территориях неиспользуемое пространство крыш зданий составляет порядка 50 %. Это послужило толчком к разработке технологии «зеленых крыш», успешно применяемой как средство контроля поверхностного стока в месте образования во многих странах Европы и в США. По данным исследований [1, 32], уменьшение объема образуемого стока составляет от 43 до 78%. Однако уменьшение объема поверхностного стока не является единственным преимуществом данной технологии. Озеленение плоских крыш зданий приводит к снижению экономических затрат на отопление или охлаждение помещений, такие крыши могут служить местом обитания для ряда видов насекомых, пауков, птиц, а также могут использоваться как дополнительные рекреационные зоны (при соблюдении мер безопасности). В связи с тем, что озеленение крыш требует точных инженерных расчетов допустимой нагрузки, в практике принято два типа технологических решений – экстенсивное и интенсивное озеленение. При экстенсивном озеленении только часть поверхности крыши занимает посадку растений, применяются конструкции с тонким слоем почвы (менее 15 см), при интенсивном – практически вся свободная поверхность занимает насаждениями. Выбор растений для «зеленых крыш» также не может быть случайным. На практике применяют в основном растения, характерные для открытых пространств с довольно жесткими климатическими условиями (дюны, каменистые районы и горы), т.к. условия крыш, особенно высотных зданий, существенно отличаются от наземных [1, 33].

«Зеленые крыши» не единственный возможный способ использования растений для контроля поверхностного городского стока. Например установлено, что городские деревья перехватывают значительное количество атмосферных осадков, и перехват городских деревьев приблизительно в два раза превосходит таковой для деревьев лесного массива [34]. Широко известен факт, что городские газоны задерживают значительное количество пылевых частиц и улучшают экологию города. Для очистки поверхностного стока успешно применяется высшая водная растительность (например, тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз узколистный), благодаря ее способности удалять из воды нутриенты, тяжелые металлы, фенолы, сульфаты, уменьшать содержание нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ, аэрировать и подавлять развитие патогенной микрофлоры, в частности сине-зеленых водорослей. Одновременно могут быть созданы условия для выращивания декоративных водных растений [35, 36, 37, 38]. Очистка при помощи высшей водной растительности успешно совмещается с первичной очисткой в установках проточного типа, например с механическим или улучшенным фильтрованием [39, 40]. Таким образом, грамотно спланированное городское озеленение можно рассматривать как один из способов контроля объема и состава поверхностного стока с урбанизированных территорий.

Наиболее перспективной в экологическом плане является технология повторного использования поверхностного городского стока. При таком подходе поверхностный сток с урбанизированной территории следует рассматривать как ресурс, а не как один из отходов. Практически без предварительной очистки он может быть использован для пополнения запасов подземных вод, непитьевого применения населением (например, полива садов, газонов и огородов, мойки машин, смыва туалетов) и в промышленных целях (в охлаждающем оборудовании, для мойки, для генерации электроэнергии). Особенно хорошо для повторного использования без предварительной очистки подходит сток с крыш зданий, т.к. он значительно чище стока, формирующегося на дорогах и тротуарах. Кроме того, сток с крыш вносит основной вклад в формирование объема поверхностного городского стока, поэтому его повторное использование можно одновременно считать способом контроля поверхностного стока в источнике образования [3, 41, 42].

В литературе предлагается ряд способов классификации методов контроля поверхностного стока с урбанизированных территорий на основе разных подходов [11, 15, 21, 30]. Для классификации с учетом многочисленности подходов, а также разнообразия принци-

пов, на которых основаны данные методы, мы предлагаем схему, представленную на рисунке 1.

С учетом особенностей территории города Бреста целесообразным представляется применение комплекса методов по управлению ливневым стоком. В центральной части города экономически обосновано использование очистных установок проточного типа, т.к. они хорошо совместимы с традиционными системами дренажной ливневой канализации и не требуют полной замены дренажной сети. Тип установки должен определяться для каждого выпуска с учетом количества стока, поступающего в данный коллектор, степени хозяйственного освоения водосборной территории и загрязненности стока. Для снижения концентраций нутриентов и тяжелых металлов требуется применение крупногабаритных сооружений, что затруднительно организовать без нарушения существующей застройки и инфраструктуры. Поэтому совместно с проточными системами возможно применение методов контроля образования поверхностного стока. В качестве таких методов может быть применено озеленение крыш (как интенсивное, так и экстенсивное), что существенно сократит объем образующегося поверхностного стока, а так же использование стока с крыш для полива городских зеленых насаждений, т.к. он значительно чище стока, формирующегося на поверхностях городских дорог и тротуаров.

При освоении под застройку новых районов необходимость очистки поверхностного стока следует учитывать на стадии проектирования. В таком случае в городской ландшафт могут быть органично вписаны крупногабаритные сооружения, например, пруды-накопители или биологические задерживающие системы, которые характеризуются высокой степенью очистки поверхностного стока и могут быть использованы как зоны для рекреации кроме своего основного назначения. При разработке инфраструктуры новых районов в дополнение к указанным методам целесообразно применять методы контроля образования поверхностного стока, такие как проницаемые покрытия для стоянок автотранспорта и тротуаров (например, дворовых территорий), фильтрационные полосы, заменяющие традиционные обочины дорог и т.п. Такой подход поможет минимизировать нагрузку на окружающую среду при расширении города и позволит создать более здоровую в экологическом плане среду для городских жителей.

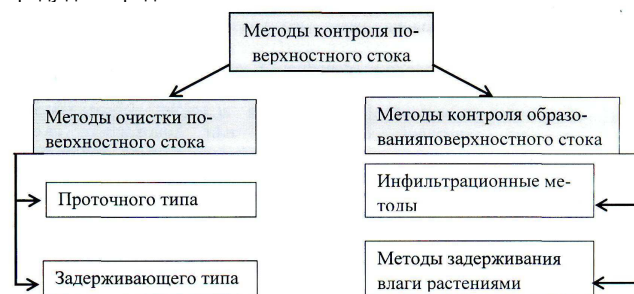


Рис. 1. Классификация методов контроля поверхностного стока урбанизированных территорий

**Заключение.** В современных городских условиях поверхностный сток является значимым источником загрязнения водоемов. Существует большое разнообразие разработанных методов контроля поверхностного стока с урбанизированных территорий. При выборе метода необходимо руководствоваться как характеристиками территории, сток с которой должен быть подвергнут очистке, так и характеристиками самого стока и особенностями выбранного метода. В ряде случаев оптимальным является не очистка образующегося стока, а контроль или предотвращение его образования, или применения не одного, а целого комплекса мер. В г. Бресте система контроля поверхностного стока должна разрабатываться с учетом особенностей города.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Carter, T. Ecological impacts of replacing traditional roofs with green roofs in two urban areas / T. Carter, C. Butler // Cities and the Environment. – 2008. – Vol. 1, Issue 2/9. – P. 1–17.

2. Saget, A. Urban discharges during wet weather: What volumes have to be treated? / A. Saget et al. // *Water Science Technology*. – 1995. – Vol. 32, Issue 1 – P. 225–232.
3. Singh, G. Evaluating performance and effectiveness of water sensitive urban design / G. Singh, J. Kandasamy // *Desalination and Water Treatment*. – 2009. – Vol. 11. – P. 144–150.
4. Лукашевич, О.Д. Геоэкологическая и экономическая оценка управления ливневыми сточными водами (на примере г. Томска) / О.Д. Лукашевич, Т.П. Хохлова // *Инженерная экология*. – М.: Инженерная экология. – 2011. – № 3 – С. 54–61.
5. Суйкова, Н.В. Свойства мелкодисперсных техногенных наносов и их влияние на русловой процесс и самоочищение речной воды / Н.В. Суйкова, Ю.В. Брянская, В.С. Боровков // *Водные ресурсы*. – М.: Наука. – 2012. – Т. 39, № 2. – С. 186–194.
6. Щукин, И.С. Качественный состав поверхностного стока с территории г. Перми / И.С. Щукин, А.Г. Мелехин // *Вестник ПНИПУ. Урбанистика*. – 2012. – № 4. – С. 110–118.
7. Яромский, В.Н. О влиянии антропогенных нагрузок на качество воды рек Мухавец и Лесная // В.Н. Яромский [и др.] / *Брэсцкі геаграфічны веснік*. – Брест. – 2003. – Том 3, вып. 1. – С. 82–87.
8. Машина, Л.Л. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации / Л.Л. Машина, Э.И. Горяинов, Г.А. Демёхин // *Наук. праці УкрНДГМІ*. – 2003. – Вып. 251 – С. 196–203. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uhmi.org.ua> – Дата доступа: 11.01.2012.
9. Невзорова, А.Б. Мониторинг техногенной нагрузки от поверхностных сточных вод на городскую дождевую канализацию / А.Б. Невзорова [и др.] // *Вестник Брестского государственного технического университета*. – 2011. – № 2. – С. 61–66.
10. Карпук, В.К. Техногенные источники воздействия на качество природных вод в бассейне реки Ясельда / В.К. Карпук, Ю.С. Галах // *Брэсцкі геаграфічны веснік*. – Брест. – 2004. – Том 4. Выпуск 1. – С. 51–55.
11. City of Nashua, New Hampshire Alternative Stormwater Management Methods. Part 1. Planning and Guidance. Final Report. – 2003. – New Hampshire: Dept. of Environmental Services. – 59 p.
12. Chouli, E. Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience / E. Chouli, E.Aftias, J.-C. Deutsch // *Desalination*. – 2007. – Vol. 210. – P. 61–68.
13. Tshirintzis, V.A. Modeling and Management of Urban Stormwater Runoff Quality: A Review / V.A. TSHIRINTZIS, R. HAMID // *Water Resources Management*. – 1997. – Vol. 11 – P. 137–164.
14. Nanbakhsh, H. Design comparison of experimental storm water detention system treating concentrated road runoff / H. Nanbakhsh, S. Kazemi-Yazdi, M.Scholz // *Science of the Total Environment*. – 2001 – Vol. 380. – P. 220–228.
15. Managing Urban Stormwater: Treatment Techniques. Draft. – 1997. – Sydney: Environment Protection Authority. – 112 p.
16. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2011 год / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2012. – С. 124–201.
17. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2010 год / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2011. – С. 123–200.
18. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2009 год / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2010. – С. 115–189.
19. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. 2008 год / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2009. – С. 115–189.
20. Прохорова, Л.В. Экологические проблемы развития автомобильного транспорта / Л.В. Прохорова, А.А. Морозов // *Научный вестник Московского государственного горного университета*. – 2011. – №5 (14). – С. 26–40.
21. Ивкин, П.И. Эффективность очистных сооружений ливневого стока проточного типа / П.И. Ивкин [и др.] // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2012. – № 1. – С. 52–58.
22. Овдиенко, Е.Н. Проблемы усовершенствования очистки ливневых сточных вод, образующихся на территории промышленных предприятий / Е.Н. Овдиенко [и др.] // *Современные наукоемкие технологии*. – М.: Российская Академия Естествознания. – 2007. – № 8. – С. 85–86.
23. Установка для очистки дождевых вод: а.с. 142607 СССР Е 03 F 5/10 В.А. Ганин; Ленинградская табачная фабрика им. Урицкого. – № 1142607; заявл. 03.07.89; опубл. 15.08.91 // *Открытия. Изобрет.* – 1991. – № 30.
24. Чечевичкин, В.Н. Характеристики сорбционного модуля гидротехнического сооружения очистки ливневых сточных вод кладбищ / В.Н. Чечевичкин, А.М. Корчевская // *Инженерно-строительный журнал*. – С.-Петербург. – 2009. – № 2. – С. 43–45.
25. Бирман, Ю.А. Комплексные очистные сооружения производственно-ливневых сточных вод полного цикла / Ю.А. Бирман // *Водоочистка*. – М.: Промиздат. – 2012. – № 3. – С. 45–46.
26. Способ очистки сточных вод от нефтепродуктов: пат. 2010008 РФ, МПК C02F1/28 / М.И. Алексеев, Е.С. Светашова, С.Н. Панов; Санкт-Петербургский инженерно-строительный ин.-т. – № 5042421; заявл. 19.05.1992; опубл. 30.03.1994 // *Официальный бюл.* / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 1994. – № 28. – С. 26.
27. Очистка поверхностных и ливневых стоков – Ливневка // *Водоочистка*. – М.: Промиздат. – 2012. – № 10. – С. 24–27.
28. Царев, Н.С. Обезвоживание осадков сточных вод дождевой и промышленно-дождевой канализации с применением алюмосиликатных сорбентов и флокулянтов / Н.С. Царев // *Водоочистка*. – М.: Промиздат. – 2012. – № 9. – С. 37–46.
29. Способ очистки сточных вод: пат. 2312072 РФ МПК C02F3/32 / О.Н. Новиков, Г.О. Хакимова; Иркутская городская общественная организация "Экологическая группа". – № 2005120345; заявл. 29.06.2005; опубл. 10.01.2007 // *Официальный бюл.* / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2007. – С. 15.
30. Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices. – Washington: United States Environmental Protection Agency. – 1999. – 214 p.
31. Установка очистки ливневого стока урбанизированной территории: пат. 2404137 РФ МПК C02F3/32 / Н.Н. Красногорская [и др.]; Уфимский гос. авиационный технический ун.-т. – № 2009122223; заявл. 09.06.2009; опубл. 20.11.2010 // *Официальный бюл.* / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2010. – С. 5.
32. Carter, T. Evaluation of the hydrologic behavior of green roofs / T. Carter, T. Rasmussen // *Journal of the American Water Resources Association*. – 2006. – Vol. 42. – P. 1261–1274.
33. Lundholm, J.T. Green Roofs and Facades: A Habitat Template Approach / J.T. Lundholm // *URBAN HABITATS*. – 2004. – Vol. 4, No 1. – P. 1541–7115.
34. Asadian, Y. A New Approach in Measuring Rainfall Interception by Urban Trees in Coastal British Columbia / Y. Asadian, M. Weiler // *Water quality recourses*. – 2009. – Vol. 44, No 1. – P. 16–25.
35. Тимофеева, С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод / С.С. Тимофеева // *Химия и технология воды*. – 1995. – Т. 17, №5. – С. 64.
36. Способ очистки сточных, загрязненных поверхностных и дренажных вод, а также устройство для его осуществления: пат. 2092455 РФ МПК C02F3/32 М.Г. Голченко [и др.]; Мецкерский ф-л Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова. – № 93010419; заявл. 21.03.1991; опубл. 10.10.1997 // *Официальный бюл.* / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 1997. – № 29. – С. 13.
37. Способ очищения природных и сточных вод и устройство "Плавающая отмель" для его осуществления : пат. 2142919 РФ МПК C02F3/32 / О.К. Калантаров, П.И. Погожев; ООО Научно-производственное объединение "Эколандшафт". – № 99103492; заявл. 01.03.1999; опубл. 20.12.1999 // *Официальный бюл.* / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 1999. – № 4. – С. 12.

38. Способ биологической очистки воды от солей: пат. 2094392РФ МПК С02F3/32 / М.Г. Журба, Т.Н. Любина; Всероссийский комплексный НИКТИ водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии. – № 5043833; заявл. 14.03.1992; опубл. 27.10.1997 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 1997. – № 5. – С. 25.
39. Установка очистки стоков автозаправочной станции: пат. 2386593, РФ МПК С02F3/32 / Н.Н. Красногородская [и др.]; Уфимский государственный авиационный технический университет. – № 2008142779; заявл. 28.10.2008; опубл. 20.04.2010 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2010. – С. 15.
40. Фитофильтр для очистки сточных вод: пат. 2149836РФ МПК С02F3/32 / А.М. Насонов, О.Р. Ильясов; Российский НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов. – № 98119203; заявл. 21.10.1998; опубл. 27.05.2000 // Официальный бюл. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. – 2000. – №3. – С. 12.
41. Scholz, M. Casestudy: design, operation, main tenanceandwater quality management of sustainablestorm water pondsforroof runoff / M. Scholz // Bioresource Technology. – 2004. Vol. 95. – Pp. 269–279.
42. Shutes, B. Constructed wetlands for flood prevention and water reuse / B. Shutes, M. Revitt, L. Scholes // Urban Pollution Research Centre. – 2010. – P. 1–8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.switchtraining.eu](http://www.switchtraining.eu) – Дата доступа: 16.01.2013.

*Материал поступил в редакцию 28.03.13*

**VOLCHEK A.A., BULSKAYA I.V. Drain from the urbanized territories and its cleaning**

This work presents a review of urban surface runoff treatment methods and possibility to implement them in the city of Brest.