

# ПОВЫШЕНИЕ экологической БЕЗОПАСНОСТИ водных ресурсов ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

**Загрязнение подземных вод навозом свиноводческих ферм может быть существенно снижено за счет применения навозосборников повышенной герметичности. Представлены основные положения конструкции экологически безопасного навозосборника и экономически эффективной технологии его реализации.**

## Введение

Экологическая защищенность подземных и поверхностных вод является одной из важнейших задач, связанных со строительством и эксплуатацией свиноводческих зданий и комплексов. Это связано с высокой агрессивностью свиного навоза и навозных стоков по отношению к материалам конструкций, из которых построены здания, а также по отношению к окружающей природной среде. Повышению безопасности свиноводческих сооружений и комплексов посвящены исследования, основные результаты которых представлены в [1]. В развитие указанных работ авторами усовершенствованы технические решения, результаты которых являются предметом настоящей статьи.

Водные ресурсы и водное хозяйство занимают особое место в хозяйственной жизни каждой страны вследствие их стратегической значимости в обеспечении социально-экономической, санитарно-гигиенической и экологической безопасности.

Запасы пресной воды в возобновляемых источниках определяют возможности борьбы с болезнями, снижения смертности, достижения санитарно-гигиенической стабильности и безопасности населения. Принято считать, что минимальное количество пресной воды для нужд сельского хозяйства, промышленности, энергетики и населения составляет  $1700 \text{ м}^3$  в год на одного человека. При обеспеченности пресной водой ниже  $1000 \text{ м}^3$  принято говорить о

**А.П. Свинцов\***,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов

**К.Е. Полюнов**,  
бакалавр техники и технологии, магистрант, ФГБОУ ВПО Российский университет дружбы народов

состоянии дефицита водных ресурсов, а при уровне ниже  $500 \text{ м}^3$  – об абсолютном дефиците воды [2]. По оценке ООН в 1995 г. при численности 5,7 млрд. человек считалось, что 92 % населения полностью обеспечены водой, 5 % ощущали напряженность в доступе к воде и 3 % испытывали ее недостаток. К 2050 г. ожидается рост населения до 9,4 млрд. человек, при неизменном общем объеме пресной воды на планете 58 % из них будут иметь возможность пользоваться водой без ограничений, 24 % – с ограничениями доступа к воде, а 18 % могут иметь проблемы с непокрываемым дефицитом воды. Дефицит воды в мире в 2000 г. находился на уровне 230 млрд.  $\text{м}^3/\text{г}$ , к 2025 г. дефицит пресной воды увеличится до 1,3-2,0 трлн.  $\text{м}^3/\text{год}$ . В 2030 г. 47 % населения в мире будут жить под угрозой водного дефицита. В докладе ООН «Вода в меняющемся мире» акцентировано внимание на том, что многие страны уже находятся на пределе возможностей использования водных ресурсов [3].

С учетом того, что отнесение государств к категории бедствующих в аспекте обеспеченности водными ресурсами признается при объеме ниже 1 тыс.  $\text{м}^3$  воды в год на человека, Россия имеет относительно высокую обеспеченность по сравнению с другими странами. Ресурсы пресной воды в России вполне достаточны для удовлетворения потребностей как в настоящее время, так и в отдаленной перспективе. Общий объем ресурсов пресной воды позволяет России занимать лидирующее положение в Европе. На территории России расположены полностью или частично 8 из 50 крупнейших мировых бассейнов рек, имеется более 30 тыс. водохранилищ и прудов различного назначения и более 3 тыс. месторождений

\* Адрес для корреспонденции: svintsovap@rambler.ru

подземных вод. По данным ООН к 2025 г. Россия останется одним из немногих регионов мира с высокой удельной обеспеченностью пресной водой – более 20 км<sup>3</sup> в год на одного человека. Ежегодно возобновляемые водные ресурсы речного стока России составляют в среднем 4,3 км<sup>3</sup>. В общем объеме водных ресурсов доля годового речного стока составляет 55 %. [4].

Поверхностные и подземные воды связаны между собой и оказывают взаимное влияние. Поверхностные воды в процессе цикла обновления пополняют подземные, которые в свою очередь передают им часть своего химического состава. Общий забор воды из природных водных источников в РФ в 2009 г. составил 75,4 км<sup>3</sup>, в т. ч. для обеспечения растущих потребностей в электроэнергии, газе и воде – 41,3 км<sup>3</sup>, сельском и лесном хозяйстве – 18,2 км<sup>3</sup>, промышленности – 5,3 км<sup>3</sup>. В современных условиях хозяйственно-экономическая деятельность приводит ко все возрастающей потребности в водных ресурсах. Структура водопотребления характеризуется следующими показателями: производственные нужды – 34,9 км<sup>3</sup> или 60,5 %; хозяйственно-питьевые нужды – 10,6 км<sup>3</sup> или 18,4 %; орошение – 7,9 км<sup>3</sup> (13,7 %); сельскохозяйственное водоснабжение – 0,5 км<sup>3</sup> (0,9 %); прочие нужды – 3,7 км<sup>3</sup> (6,5%).

По данным Министерства природных ресурсов в России в 2009 г. из общего количества забранной из источников воды использовано 57,7 км<sup>3</sup> воды, в том числе из поверхностных источников 45,2 км<sup>3</sup>, из подземных 7,0 км<sup>3</sup> [5]. Сопоставление общего объема возобновляемых ресурсов пресной воды с объемом ее потребления позволяет утверждать о вполне достаточной обеспеченности страны водными ресурсами. Потери воды при транспортировке от водных источников до потребителей, интенсивное расходование воды всеми отраслями хозяйственной деятельности, сбросы сточных вод в поверхностные водоемы приводят к загрязнению воды, увеличению затрат на очистку, предъявляя особые требования к ее методам и технологиям. По данным ряда российских авторов [6, 7] в России проблема обеспечения населения качественной питьевой водой в XXI в. рассматривается как элемент национальной безопасности. В этой связи наиболее эффективным средством обеспечения высокого качества воды является поддержание поверхностных и подземных водных объектов в надлежащем экологическом состоянии, так как под влиянием антропогенного воздействия возможны нарушения всей системы использования водных ресурсов. Поверхностные воды гидравлически связаны с под-

земными, которые существенно чище в бактериальном отношении, но значительно больше минерализованы. В процессе гидравлического взаимодействия и ежегодного цикла возобновления поверхностные и подземные воды обмениваются составляющими элементами природного характера (например, ионным составом), а также компонентами антропогенного происхождения. Качество водных ресурсов, генезис, физико-химические и бактериологические свойства определяются не только гидрологическими условиями формирования водоемов, русел, водотоков и горизонтов подземных вод, но и степенью антропогенного воздействия на них.

Водообеспечение населения базируется на общих принципах использования водных ресурсов. В этой связи хорошее экологическое состояние водных объектов является залогом безопасного водоснабжения, снижения количества инфекционных заболеваний и смертности населения. По данным ООН почти 10 % болезней в мире можно избежать с помощью улучшения водоснабжения, очистки воды, гигиены и эффективного управления водными ресурсами [2]. Проблема экологической безопасности водных ресурсов настолько актуальна, что Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию, в которой провозглашается право на безопасную и чистую питьевую воду и санитарии как право человека, имеющее важное значение для полноценной жизни и полного осуществления всех прав человека.

Интенсивное использование поверхностных вод приводит к ухудшению качества воды в них. Загрязнение воды зависит от многих факторов: технологии производства продукции сельского хозяйства и промышленности,



наличия или отсутствия очистных сооружений и др. В настоящее время в связи с ухудшением качества поверхностных вод в ряде регионов России основным в системе водопользования является использование подземных источников. Прогнозируемые ресурсы российских подземных вод составляют 869,1 млн. м<sup>3</sup>/сут на человека (317 км<sup>3</sup>/г), а эксплуатационные запасы – 95,5 млн. м<sup>3</sup>/сут на человека (30 км<sup>3</sup>/г). Основная часть подземных вод используется для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2009 г. составила 45 %. Более 60 % городов и поселков городского типа удовлетворяют потребности в воде, используя подземные воды, а в сельской местности – 80-85 %. [5]. Используемые для питьевого водоснабжения подземные воды в основном соответствуют нормативам, однако их загрязнение в последние годы возрастает. Антропогенная нагрузка на подземные воды, обусловленная различными видами хозяйственной деятельности, продолжает оставаться одним из основных факторов, влияющих на гидрогеохимические процессы и вызывающих загрязнение подземных вод. В ряде регионов из-за загрязнения водоисточников, уменьшения их водности, засоления воды, загрязнения и истощения подземных вод сложилась крайне тяжелая ситуация с обеспечением населения питьевой водой. Наиболее широко распространенными загрязняющими веществами в подземных водах в результате антропогенного воздействия являются соединения азота и нефтепродукты. Загрязнение подземных вод соединениями азота связано, в основном, с деятельностью сельскохозяйственных предприятий и обусловлено проникновением загрязняющих веществ из накопителей отходов и полей фильтрации, орошением сточными водами от животноводческих комплексов и птицефабрик, а также фильтрацией вод с участков сельскохозяйственных массивов, обрабатываемых ядохимикатами и удобрениями. Существенное влияние на качество поверхностных и подземных вод оказывают животноводческие комплексы по содержанию и откорму животных.

Стабильное обеспечение продовольственной безопасности значительной части населения России требует дальнейшего развития животноводства в стране. В этом плане все большее значение приобретают вопросы интенсификации животноводства за счет строительства современных животноводческих зданий и применения прогрессивных технологий выращивания животных. Возведение животноводческих зданий для

свиноводческих комплексов, оснащенных современным технологическим оборудованием и инженерным обеспечением, позволяет не только эффективнее решать задачу обеспечения населения России мясомпродуктами, но и представляет собой одну из важнейших проблем общей экологической и санитарно-гигиенической безопасности людей и животных, так как предприятия животноводства являются основными загрязнителями водных объектов и почвы органическими отходами и распространителями возбудителей болезней, содержащихся в навозе, навозных стоках и производственных сточных водах.

В настоящее время в свиноводческих комплексах наиболее широко практикуется бесподстилочное содержание животных, при котором получается бесподстилочный жидкий навоз – подвижная смесь кала, мочи и технологической воды. От одного взрослого животного в среднем в сутки выходит от 5 до 15 кг навоза, в т.ч. 2-4 кг кала и 3-11 кг мочи. При использовании самотечной системы удаления навоза расход воды составляет до 7 л/сут на одно животное [8]. Количество и качество бесподстилочного навоза зависят от возраста животных, типа кормления, продолжительности откорма или содержания, количества воды, расходуемой при уборке навоза, и технологии накопления. В зависимости от содержания воды бесподстилочный навоз называют полужидким, жидким или навозными стоками. Объемная масса бесподстилочного навоза близка к 1, т.е. 1 м<sup>3</sup> весит 1 т. Например, выход бесподстилочного навоза при самосплаве составит для комплексов на 5 тыс. свиней около 5 тыс. т [9].

Сложность решения задачи по обеспечению экологической безопасности свиноводческих зданий состоит в высокой агрессивности свиного навоза по отношению к материалам конструкций навозосборников и систем его транспортирования и хранения, а также по отношению к почвам, подземным и поверхностным водам. Высокая агрессивность навоза при непосредственном контакте с железобетонными элементами проявляется в химической коррозии бетона и арматуры, приводящей к образованию трещин и свищей, преимущественно в днищах навозосборников и лотков. Жидкая составляющая навоза (навозная жижа и навозные стоки) просачиваются сквозь образовавшиеся свищи и трещины в грунт и попадают в горизонты подземных вод. В периоды сезонного подъема горизонтов подземных вод происходит их инфильтрация в полости навозосборников с последующей эксфильтрацией, но уже «обогащенных» навозом.

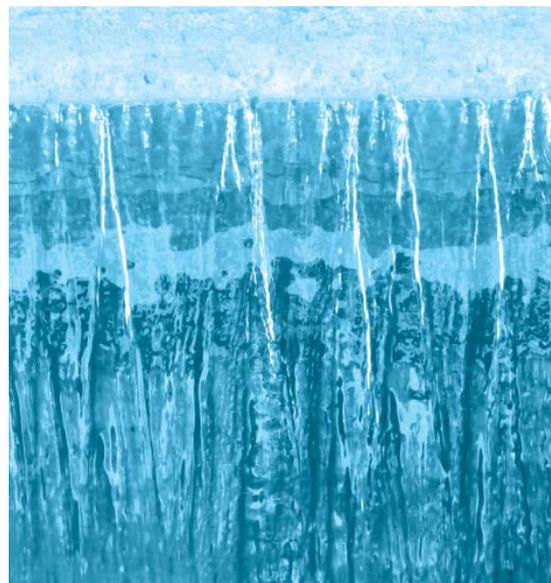
По своему химическому составу – содержанию азота, фосфора, ряда микроэлементов, навозные стоки представляют собой ценное органическое удобрение. Однако в эпидемиологическом отношении микроорганизмы, гельминты, содержащиеся в них, могут являться возбудителями инфекционных и паразитарных заболеваний. Исследованиями установлено, что навоз и навозные стоки характеризуются не только большим содержанием органических веществ (мочевины, фенолов, медицинских препаратов, добавляемых в корм и др.), неорганических веществ (соединений азота, тяжелых металлов и др.), но и включают патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, гельминты с их высокой концентрацией и длительными сроками выживаемости. Свежий свиной навоз, в соответствии с «Критериями отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды», утвержденных приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511, относится к третьему классу опасности (токсичные отходы) [10, 11]. Навозные стоки вызывают эрозию почвы, загрязнение подземных вод, активное размножение фитопланктона в близлежащих водоемах. Это особенно характерно для летнего периода высоких температур наружного воздуха и воды в поверхностных объектах. Как известно, основная часть территории России с сельскохозяйственными угодьями расположена в климатических условиях продолжительной и морозной зимы и короткого и жаркого лета. В летний период возникает особая потребность в орошении сельскохозяйственных угодий. В таких условиях загрязнения водных источников орошение полей становится невозможным из-за высокой опасности не только химического загрязнения выращиваемой сельскохозяйственной продукции, но и ее бактериального заражения.

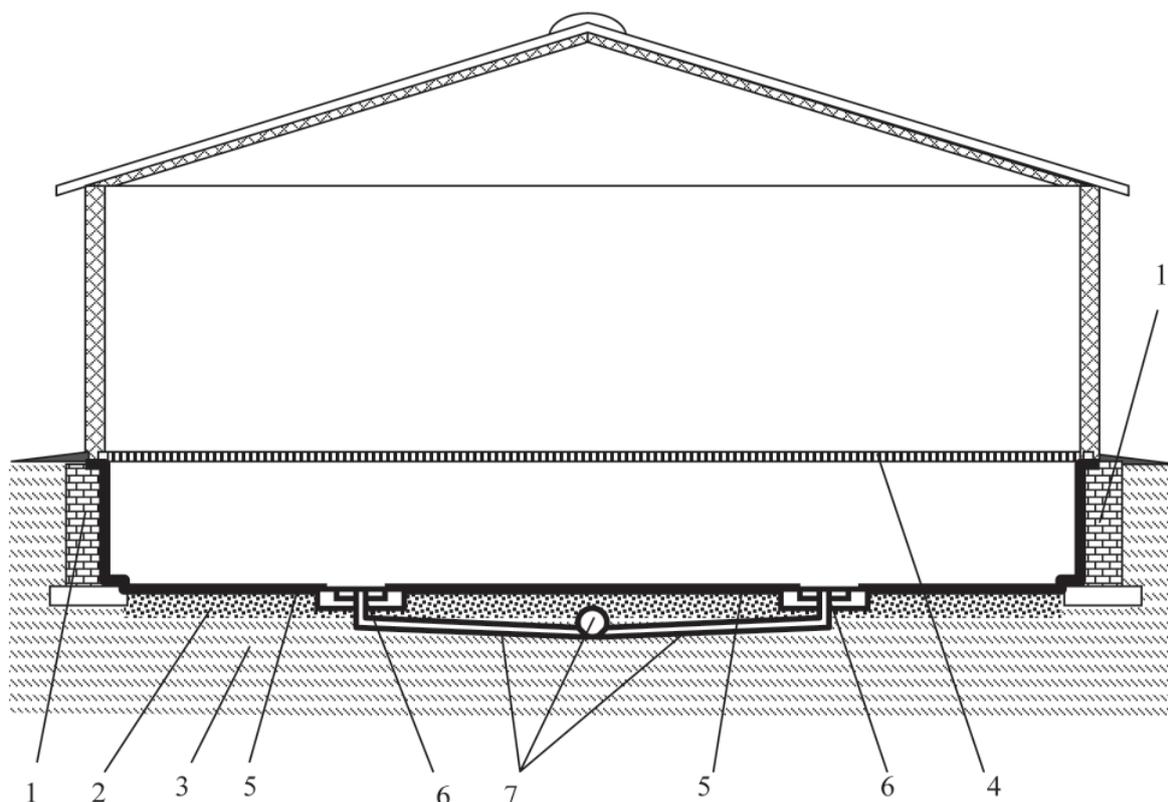
Навозосборники и лотки, выполненные из древесины или железобетона, лишь частично обеспечивают защиту водных источников и сельскохозяйственных земельных угодий от попадания в них загрязнений, образующихся из свиного навоза. Использование загрязненной воды из поверхностных или подземных источников требует строительства громоздких и дорогостоящих очистных сооружений. Для утилизации и обезвреживания осадка, образующегося при очистке воды, необходимо применение дополнительных технологических узлов с соответствующими энергетическими и трудовыми затратами. Загрязнение водных объектов приводит к необходимости разработки и применения более совершенных и одновременно более дорогостоящих технологий

водоподготовки. Современный уровень очистки сточных вод недостаточен. Даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержится большое количество нитратов и фосфатов. Это обуславливает удорожание воды и потенциальную возможность снижения уровня доступности к безопасной питьевой воде. Под натиском антропогенной нагрузки природные водоемы уже не в состоянии самоочищаться, и требуются значительные средства на природоохранные мероприятия. Наибольшие инвестиции в основной капитал природоохранных мероприятий направляются на охрану и рациональное использование водных ресурсов. Это вызвано значительной антропогенной нагрузкой на них и высокой стоимостью технологий, применяемых для охраны и очистки водных объектов.

Поиск безопасных для здоровья населения и не загрязняющих окружающую среду способов защиты от агрессивного влияния стоков представляет собой одну из первоочередных проблем и требует разработки и внедрения эффективных технологий создания навозосборников с высокими экологическими и гидроизоляционными характеристиками. Совершенствование барьерных функций навозосборников свиноводческих комплексов для защиты водных ресурсов является перспективным направлением рационального использования природной среды. Конструктивные решения сооружений сбора, накопления и хранения навоза и навозных стоков, должны обеспечивать их герметичность и исключать процессы фильтрации жидкости в грунт и инфильтрации грунтовых вод.

Обеспечение герметичности емкости для сбора навоза является весьма значимой про-





**Рис. 1.** Схема навозосборника повышенной герметичности.  
 1 – стена навозосборника; 2 – уплотненный грунт основания; 3 – природный грунт; 4 – решетчатый пол; 5 – гидроизоляционный ковер; 6 – навозоотводящая воронка; 7 – трубопровод навозоотведения.

блемой строительства и эксплуатации свиноводческих зданий. Удаление навоза и его транспортирование за пределы животноводческих помещений производится механическими и гидравлическими (самотечными системами непрерывного и периодического действия, а также прямым смывом водой) способами. Самотечная система удаления навоза периодического действия вакуумного типа применяется на животноводческих предприятиях при бесподстилочном содержании животных. Сбор навоза и навозных стоков в навозосборники системы самосплавного навозоудаления периодического действия вакуумного типа осуществляется через щелевые полы, на которых расположены животные. Это значительно ускоряет и облегчает работу по удалению навоза и поддержанию чистоты в помещениях. Из навозосборника навоз транспортируется по трубопроводу к навозохранилищу. Смещение акцента на придание навозосборникам свиноводческих зданий барьерно-защитных функций позволило авторам разработать и усовершенствовать технические решения навозосборников [12, 13], характеризующиеся высокой технологичностью строительства и эксплуатации, устойчивостью

конструкций к агрессивному воздействию навоза и более низкими значениями первоначальной стоимости и эксплуатационных затрат (рис. 1).

Разработанные технические решения использованы при строительстве свиноводческих комплексов в Измалковском районе Липецкой области, в Жирятинском районе Брянской области, в Павловском районе Краснодарского края. В настоящее время в производстве находятся свинофермы в Жирятинском районе Брянской области и в Рославльском районе Смоленской области. Конструкции навозосборников характеризуются высокими экологическими и гидроизоляционными характеристиками, не требуют применения дорогостоящих бетонов высоких марок и высокой химической и водостойкости, а также технологичны в производстве работ при значительном снижении одновременных и эксплуатационных затрат по сравнению с аналогами.

Особенность работы навозосборника заключается в следующем. Животные размещены в станках, имеющих, по крайней мере, часть пола, выполненного из решетчатых плит. При дефекации животных их каловая масса и навозная жижа поступают сквозь решетчатый пол в полость навозосборника, днище которого устроено по основанию из уплотненного грунта со структуризацией и увлажнением водным раствором полиакриламида. Использование водного раствора полиакриламида в количестве, необходимом для полу-

чения оптимальной влажности грунта при его уплотнении, позволяет получить основание днища навозосборника высокого качества с необходимой и достаточной несущей способностью для укладки на него гидроизоляционного ковра, выполненного из гибкого непроницаемого для жидкости материала (геомембраны). Геомембрана, закрепленная на горизонтальных поверхностях стен и по днищу на опорных плитах в местах установки навозоотводящих воронок, позволяет обеспечить устойчивость днища к воздействию сил, возникающих при движении навоза по днищу. Навоз накапливается в навозосборнике с последующим удалением по самосплавной вакуумной системе периодического действия в навозохранилище для дальнейшего технологического передела. На всем пути от животного до трубопровода системы навозоотведения навоз не имеет непосредственного физического контакта с материалом конструкции навозосборника и крепежных элементов, для которых он является агрессивным веществом.

Закрепление гидроизоляционного ковра на горизонтальных и вертикальных поверхностях стен по контуру, а также по поверхности днища на опорных плитах навозоотводящих воронок позволяет обеспечить надежную работу навозосборника при эксплуатации свиарника, при промывке, соскоблении навозной массы или ее самотечном перемещении по поверхностям. На *рис. 2* представлен внешний вид гидроизоляционного ковра в процессе укладки на днище навозосборника.

Применение водного раствора полиакриламида для увлажнения грунта при его уплотнении позволяет получить основание днища высокого качества и несущей способности. Гидроизоляционный ковер, выполненный из полиэтиленовой геомембраны, и отведение навоза через специальные воронки позволяют предотвратить образование коррозионных свищей и трещин и исключить попадание жижи навозных стоков в грунт и подземные воды.

## Заключение

**Т**ерритория России характеризуется высокой обеспеченностью ресурсами пресной воды, и их количество не вызывает опасений в ближайшей и относительно отдаленной временной перспективе. В то же время под воздействием возрастающей антропогенной нагрузки водные объекты постепенно утрачивают способность к самоочищению, что приводит к их деградации.

Одним из наиболее опасных и агрессивных элементов является навоз свиноводческих зданий и комплексов, проникающий сквозь поврежденные навозосборники в подземные воды, загрязняя их. Предотвращение загрязнения подземных и поверхностных вод обеспечивается путем строительства герметичных навозосборников с применением материалов, устойчивых к деструктивному воздействию свиного навоза.

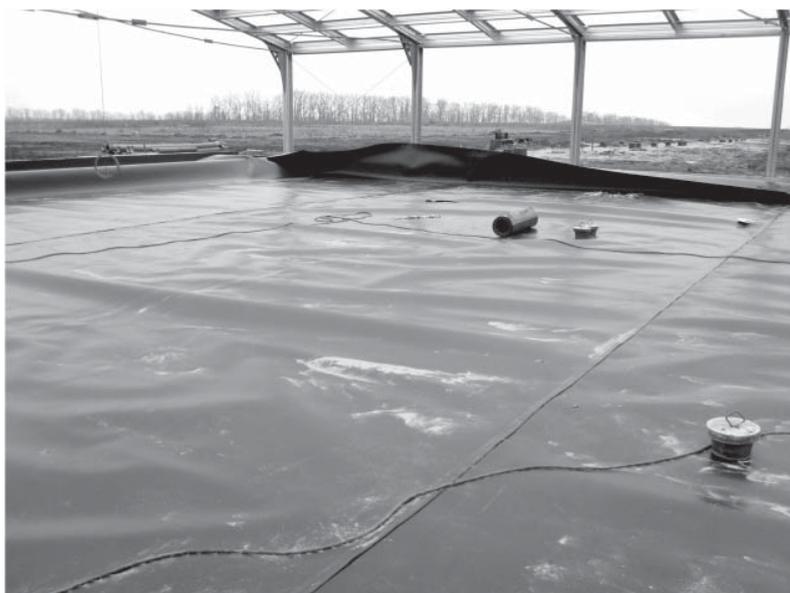
Практическое применение герметичных навозосборников с повышенной барьерно-защитной функцией позволяет обеспечить защиту водных источников от загрязнения навозными стоками от свиноводческих зданий, а также повысить их экологическую безопасность.

Предотвращение попадания навоза, навозной жижи и навозных стоков в грунт и подземные воды позволяет не допустить их негативное воздействие на окружающую среду и водные ресурсы.

Разработанные и проверенные на практике конструкции навозосборников характеризуются простой технологией производства и значительным снижением единовременных и эксплуатационных затрат по сравнению с бетонными и деревянными аналогами.

## Литература

1. Свинцов А.П. Специальные работы при строительстве свиноводческих комплексов / А.П., Рогов В.А., Николенко Ю.В., Шкиленко А.С. // Монтажные и специальные работы в строительстве. 2010. № 11. С. 23-25.



*Рис. 2.* Гидроизоляционный ковер как единое целое по всей поверхности навозосборника.

2. Доклад ООН о развитии человека «Что кроется за нехваткой воды: власть, бедность и глобальный кризис водных ресурсов». Нью-Йорк, 2006. 422 с.
3. The United Nations. World Water Development Report 3 «Water in a changing world». New York: UN, 2009. 318 p.
4. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». М.: НИИ-Природа, 2010. 288 с.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году: государственный доклад / М.: М-во природных ресурсов Российской Федерации, 2010. 527 с.
6. Шушкевич Е.В. Влияние экологического состояния водоисточников на водоснабжение мегаполисов // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 8. С. 27-30.
7. Соколов Д.М. Качество питьевой воды и инновационные методы контроля / Д.М. Соколов, И.В. Кашинцев и др. // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 8. С. 15-25.
8. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. НТП 17-99\*. Мини-

**Ключевые слова:**

водные ресурсы,  
экология,  
подземные воды,  
загрязнение,  
гидроизоляция,  
бетон,  
навоз

- стерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, 2001. 34 с.
9. Смирнов П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1991. 287 с.
  10. Пономарева Ю.В. Применение биопрепарата «Тамир» для ускоренной переработки подстилочного и бесподстилочного навоза в органические удобрения / Ю.В. Пономарева, С.Б. Баранова, А.А. Теучеж, Е.В. Провизен, О.Н. Суслов // Технология животноводства. 2010. № 5-6 С. 21-23.
  11. Болоцкий И.Л. Анализ методов обеззараживания животноводческих стоков и помета с ферм / И.Л. Болоцкий, В.И. Семенов, С.В. Пруцаков, А.К. Васильев, Н.И. Крюков // Ветеринария Кубани. 2008. № 3. С. 26-28
  12. Пат. № 2386245 РФ / Соляник А.Ю., Баранов А.Н., Шкиленко С.И., Шкиленко А.С., Свинцов А.П. Навозосборник. Заявлено 23.10.2008. Опубликовано 20.04.2010. Бюл. № 11. Приоритет 23.10.2008.
  13. Пат. 100702 РФ . / Свинцов А.П., Шубин А.М., Мукарзель С.А. Навозосборник Заявлено 22.06.2010. Опубликовано 27.12.2010. Бюл. № 36. Приоритет 22.06.2010.



A.P. Svintsov, K. E. Polynov

## ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER RESOURCES IN THE PROCESS OF PIG-BREEDING FARM CONSTRUCTION

Contamination of groundwater by pig manure farms can be significantly reduced through the use of high-containment pit. The basic provisions of structure of environmentally sound pit and economically efficient technology of its implementation are presented.

**Key words:** water resource, ecology, groundwater, contamination, waterproofing, concrete, manure.