

УДК 502/504:556.3

О. Н. ЧЕРНЫХ, М. А. САБИТОВФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва**В. И. АЛТУНИН**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Москва**ТИПИЗИРОВАННЫЕ ПРИЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК МОСКВЫ
(НА ПРИМЕРЕ Р. СЕТУНЬ)**

Существование малых рек на территориях крупных городов во все времена было связано с большой антропогенной нагрузкой, что, несомненно, приводит к нарушению естественного состояния рек. Отмечается, что Сетунь имеет очень высокий потенциал для выполнения рекреационных, эколого-просветительских, оздоровительных функций. Рассматривается вопрос разработки концепции реабилитации водотока. Долина реки Сетунь является уникальным объектом не только в плане рекреации, но и может служить идеальным научным полигоном для оценки влияния антропогенного фактора на самые разнообразные элементы природной среды. В результате проведенных в 2010–2012 гг. натурных исследований были обнаружены в пределах береговой зоны водотока целые комплексы эрозионных форм. Отмечается, что из-за незаконного землепользования зоны, доступные для посещения, составляют примерно 55 % от общей площади. Анализ состояния акустической среды показал, что в целом территория природного заказника «Долина реки Сетунь» находится в неблагоприятных условиях. Основной источник шума — автотранспортные потоки по МКАД, Можайскому, Аминьевскому, Минскому шоссе и улице Рябиновой (73...87 дБА), а также железная дорога (74...72 дБА). Таким образом, нормативного уровня можно достичь только в результате применения шумозащитных мероприятий. Реализация рассмотренных в статье мероприятий позволит сохранить те немногие места на территории Москвы, соединяющих ее центр с окраинами, на которых возможно не только сохранение для столицы характерных видов флоры и фауны, но и их воспроизводство в естественных условиях.

Экологическое восстановление, малые реки, водный объект.

Existence of small rivers in the territory of large cities has been always connected with a great anthropogenic loading which undoubtedly leads to the violation of the natural state of rivers. It is stated that the Setun has a very high potential for fulfillment of recreational, ecological-educational, health improving functions. There is considered a question of development of a concept of watercourse rehabilitation. The valley of the river Setun is a unique object not only for recreation but it can be an ideal scientific polygon for assessment of the anthropogenic influence on various elements of the environment. As a result of the fulfilled field investigations there were found entire complexes of erosion forms within the riverside area. It is stated that because of the illegal land usage the zones accessible for visiting make approximately 55 % of the total area. The analysis of the state of the acoustic medium showed that on the whole the territory of the wildlife preserve «The Valley of the river Setun» is under unfavorable conditions. The main source of noise is motor transport traffic along MKAD (Moscow ring road), Mozhaisky, Aminjevsky, Minsky highways and Ryabinovaya street (73...87 dBA) as well as railway (74...72 dBA). Thus the normative level can be achieved only as a result of application of noise protection measures. Realization of the considered in the article measures will allow to preserve those few places in the territory of Moscow connecting its center with the suburbs on which not only preservation of characteristic kinds of flora and fauna is possible but also their reproduction under natural conditions.

Ecological restoration, small rivers, water body.

Существование малых рек на территориях крупных городов во все времена было связано с большой антропогенной нагрузкой: их используют для сброса стоков, берега и долины активно трансформируют и застраивают, сами русла нередко заключают в коллекторы, что, несомненно, приводит к нарушению естественного состояния рек.

Однако в настоящее время, особенно в условиях сильно урбанизированных территорий крупных мегаполисов, таких как Москва, общество приходит к осознанию необходимости восстановления, экологической реабилитации и поддержания максимально естественного состояния природных территорий, в том числе малых рек и их долин. Например, в 2014 г. столичными властями объявлен конкурс на развитие прибрежных территорий главной реки столицы – Москвы. Ранее прошли стадию реабилитации и оптимизации режима отдельные участки рек Яузы, Лихоборки, Неглинной, Чермянки.

Одним из примеров такой масштабной работы является р. Сетунь, которая в настоящее время представляет собой частично трансформированный водный объект, постоянно испытывающий негативное воздействие городской среды. Сетуньская долина входит в Западный административный округ Москвы. На ее территории размещаются производственная зона «Очаково» и четыре жилых района – Можайский, Фили-Давыдково, Очаково-Матвеевское и Раменки. Основная часть бассейна (до 60 %, а в пределах Москвы до 80 %) застроена. Сетунь – крупнейший правый приток р. Москвы. Общая длина 38 км. Площадь бассейна около 190 кв. м. Река берет начало в Московской области в с. Румянцево. Ниже Боровского шоссе р. Сетунь уходит на запад в Новопеределкино, где протекает вдоль Киевской железной дороги. В Чоботах на ее берегу находится известный Святой источник с железистой водой. Далее Сетунь поворачивает на север, пересекает железную дорогу, обходит с запада и севера Баковский лесопарк, протекает мимо Немчинова вдоль Сколковского шоссе, затем Аминьевское шоссе, Минскую улицу и впадает в Москву-реку ниже Краснолужского моста, напротив Новодевичьего монастыря. Таким образом река огибает Главный Теплостанский холм, образуя ряд (примерно 15) долинных прудов. Длина реки в пределах Москвы около 20 км. Глубина на перекатах 0,3...0,5 м, на плесах 0,8...1,2 м и может достигать 2...5 м. Ширина русла варьируется от 3...5 м до 15...20 м.

Скорость течения менее 0,3 м/с. За счет сбросов сточных вод (40 % годового стока) доля меженного стока значительно больше естественного; средний расход воды за год 2,8 м³/с. Заболоченные территории в долине Сетуни занимают около 1 %.

Главной отличительной особенностью реки Сетуни является то, что она протекает в открытом русле по сохранившейся долине. Здесь, по сравнению с другими московскими реками, на значительном протяжении русла сохранилась пойма, хотя она подверглась антропогенной трансформации. Практически на всем своем протяжении река протекает в естественных берегах, в ряде мест русло образует широкие излучины и старицы. На некоторых участках долины сохранились фрагменты речных террас и высокие крутые склоны коренного берега. Таким образом, Сетунь имеет очень высокий потенциал для выполнения рекреационных, эколого-просветительских, оздоровительных функций благодаря большому биотопическому и ландшафтному разнообразию.

Как практически для всех малых водных объектов столицы для сохранения ценных ландшафтов заказника для р. Сетунь с долиной в целом, требуется единая концепция восстановления, сохранения и развития малых рек и их долин как неразрывного комплекса. В этой связи актуальной стала разработка типизированных приемов экологического восстановления водных объектов [1]. Представляется, что в рамках разработки концепции реабилитации водотока в первую очередь необходимо провести комплексный анализ территории малой реки, включающий ее основные притоки (например, для р. Сетуни это Раменка и Неверашка). Для этого проводится:

1. Широкомасштабное визуальное обследование с выделением характерных участков реки и ее долины по следующим принципам:

характерные русловые формы, излучины, меандры, старицы, пруды, болота;

рекреационные (стихийные) пикниковые точки; места тихого отдыха; места выгула собак; места для занятий спортом; детские площадки; наличие дорожно-тропичной сети, лестниц, подходов к воде и др.);

ценные природные объекты (биоценологические, дендрологические, зоологические, ботанические);

ландшафтная оценка (характер рельефа, видовые точки, места эрозий и техногенных нарушений ландшафта, степень благоустройства территории);

инженерные объекты (инженерные коммуникации, мостовые переходы, трубы, выпуски сточных вод в реку, линии электропередач и т.д.);

нарушенные и экологически неблагоприятные участки (спрямления, промышленные объекты и площадки, пустыри, свалки мусора, навалы грунта и т.д.).

2. Комплекс инженерных и экологических изысканий, включающих: инженерно-геологические, гидрологические, дендрологические, экологические изыскания и др. при необходимости.

С учетом сложившейся градостроительной ситуации и существующих функционально-планировочных образований, нормативных документов, разрабатывается схема проектных (предполагаемых) функционально-планировочных образований, на основании которой вся территория делится на [3]:

природоприближенную зону, на которой не допускается антропогенное вмешательство. Вся деятельность здесь должна быть направлена на сохранение уже существующего природного ландшафта;

зону экологического восстановления антропогенно нарушенных территорий, где исключено новое строительство, возможна деятельность, направленная на природную реабилитацию территории с сохранением первоначального вида;

природно-рекреационную зону, где возможна не только реабилитация нарушенных природных территорий, но и создание условий для благоприятного отдыха населения.

На основании анализа всей территории, прилегающей к водотоку, составляется схема мероприятий по реабилитации проблемных природных зон [2, 3], где отмечаются территории: реабилитируемые; на которых в данное время разрабатываются проектные предложения и рабочие проекты; на которых в дальнейшем планируется разработка рабочих проектов с последующей реабилитацией; находящиеся в соответствующем экологическом требованиям состоянии, не нуждающиеся в реабилитации.

Долина реки Сетунь по своим физико-географическим, микроклиматическим, ландшафтным особенностям является уникальным объектом не только в плане рекреации, но и может служить идеальным научным полигоном для оценки влияния антропогенного фактора на самые разнообразные элементы природной среды.

В результате проведенных в 2010–2012 гг. натурных исследований были обнаружены в пределах береговой зоны водотока

целые комплексы эрозионных форм, динамично развивающихся в условиях нахождения внутри среды с интенсивным антропогенным воздействием. Особенности геологического строения протяженной береговой линии обуславливают специфический набор возможных форм проявления экзогенных процессов, которые на разных участках водотока различны. Опасные с инженерной точки зрения оползневые, оплывные и осыпные процессы имеют ограниченное распространение в пределах долины и приурочены к обрывистым участкам коренных склонов долины, эрозионному уступу поймы и участкам с наиболее активным антропогенным влиянием на правом берегу. Эрозионные процессы приурочены к прирусловой зоне реки. На локальных площадях отмечаются признаки развития плоскостной и линейной эрозии.

Было выявлено характерное для речных пойм низинное болото, расположенное в левобережной части долины вблизи МКАД, которое образовалось на месте старичного водоема и подтопленных в результате земляных работ небольших ложбин. Учитывая очень высокую природную ценность пойменных болот, в ходе работ по экологической реабилитации малых рек представляется необходимым четко вычленять такие места как особо ценный природный биотоп и не допускать уменьшения его площади. Например, по внешнему контуру болота долины р. Сетунь со стороны поймы рекомендовано высадить кустарниковые ивы, а по границе ООПТ заложить защитную полосу из ветел и ракит (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент плана благоустройства ООПТ на участке № 1 площадью 9,5 га от МКАД до улице Рябиновая

После выявления характерных природных образований, была проведена работа по изучению градостроительных ограничивающих факторов. Например, при установлении границ ООПТ «Долина реки Сетунь» в 2004 г. в ее состав было включено значительное количество сторонних землепользователей. В настоящее время в границах заказника расположены объекты различного функционального назначения, занимающие в общей сложности почти половину его территории. При этом часть землепользователей не имеют оформленных договоров аренды на право пользования занимаемым участком, и чье функционирование противоречит статусу ООПТ (гаражи, промышленные предприятия, автозаправочные станции, складские объекты и др.). В верховье р. Сетунь имеется большое количество незаконных землепользователей, в виде построек и огородов, большая часть которых преобразовалась в дачные коттеджи и поселки. Данное обстоятельство ограничивает возможность проведения различного вида благоустройства. В настоящий момент, зоны, доступные для посещения, составляют примерно 55 % от общей площади.

В настоящее время река и ее долина с притоками подвержены сильному антропогенному воздействию со стороны столичного мегаполиса и населения: природные ландшафты частично нарушены в результате строительных и ремонтных работ; территория во многих местах захламлена бытовым мусором. Русло Сетуни, частично заросшее водной растительностью, имеет завалы и захламлено посторонними предметами, например металлическими ящиками, крышками от автомобилей, строительным мусором и др. (рис. 2). Мусор, захламляя русло реки, мешает ее свободному течению, в результате чего начинается подмыв берегов, меняется плановое очертание русла, образуются новые искусственные микро- и мезоформы речного дна, затапливаются пойменные участки, вследствие чего на данных участках происходит смена флоры и фауны. Зоны, используемые горожанами в целях рекреации, характеризуются неорганизованными местами для отдыха, остатками кострищ, свалками бытового мусора. Состояние дорожно-тропиночной сети носит стихийный характер.



а



б

Рис. 2. Состояние Сетуни на участке от МКАД до улице Рябиновая в 2011 году

Результаты проведенных обследований показали, что для обеспечения безопасности территории, как с точки зрения геологических рисков, так и с точки зрения безопасности рекреантов, необходим комплекс мероприятий по стабилизации береговых, склоновых, эрозийных, оползневых и других негативных явлений и процессов в прибрежных зонах всех водных объектов. На основании данных изысканий и проведенных расчетов, должны быть окончательно выбраны типы и методы берегоукреплений, мероприятия по дренированию территории, водоотвода с территории, укрепления склонов малых водотоков, противооползневые и противоэрозийные мероприятия. При этом проектом должно быть предусмотрено максимально возможное сохранение сложившегося ландшафта территории природного комплекса.

Главной целью экологической реабилитации является сохранение и восстановление природных качеств территории, включая разнообразие видов растений и животных – представителей природной флоры и фауны. Работы по благоустройству должны создать необходимый комплекс для упорядочения

рекреационного использования природной территории и снижения рекреационных нагрузок. Если же природные объекты практически полностью утрачены (например, вдоль Троекуровского проезда), то на этапе проектирования необходимо ставить вопрос о создании благоприятных условий для их естественного восстановления.

В качестве примера можно сказать, что все пойменные ивняки, независимо от их возраста и состояния, подлежат обязательному сохранению в естественном состоянии как микрорезерваты для восстановления биологического разнообразия реабилитируемой речной поймы. В существующих ивняках проводятся работы по их экологической реставрации, которая включает в себя уборку мусора, выравнивание рытвин и насыпных бугров, обустройство имеющихся основных прогулочных дорог, ликвидацию стихийно возникших пикниковых точек и рыхление на них почвенного слоя, удаление аварийных деревьев. Должно быть предусмотрено сохранение участка с высокотравьем в естественном состоянии, а также посев характерных для данного участка трав, который позволит быстрее сформировать естественную луговину, приближенную к природным аналогам.

По функциональному использованию территории следует предусматривать следующие зоны: входные группы; природные; транзитные; прогулочные; пикниковые; буферные; природно-рекреационные; экологического восстановления антропогенно нарушенных территорий; склонов, требующих противоэрозионных мероприятий; благоустройства вблизи жилой застройки, в которую могут быть включены тропы здоровья, экологические и просветительские тропы, велосипедные. Такое функциональное разграничение позволяет удерживать основную массу рекреантов на наиболее обустроенных участках, тем самым, снижая нагрузку на природные участки, требующие максимально бережного отношения.

Работы по благоустройству участков прилегающих к руслу малой реки выполняются на основании экологических рекомендаций и дендрологических обследований участка водотока. Например, в проектных решениях [4] для р. Сетунь было предложено 2 варианта благоустройства. Оба варианта выполнены с учетом функции и статуса территории ООПТ – максимальным сохранением рельефа местности, древесной и кустарниковой растительности. В составе общих работ по благоустройству в каждом из предлагаемых решений запланированы мероприятия, кото-

рые благоприятно воздействуют на водный режим реки и прилегающую территорию.

В первом варианте проектными предложениями предусмотрено проведение мероприятий, направленных на максимальное сохранение природных ландшафтов, с применением ограниченного количества элементов благоустройства: уборка и очистка от бытового и строительного мусора; одерновка и укрепление эрозионных откосов; берегоукрепление; санитарные рубки аварийных, сухостойных деревьев; новые посадки кустарниковой растительности, используемые, прежде всего, для укрепления крутых откосов; сохранение и реставрация пойменного пруда и болота; устройство велосипедных дорожек; устройство пикниковых точек; устройство деревянных настилов; устройство транзитных и прогулочных дорожек; устройство площадок для тихого и активного отдыха.

Основной концепцией развития данной территории во втором варианте, является создание рекреационной зоны, наиболее насыщенной элементами благоустройства, которые направлены на привлечение на данную территорию в основном школьников, а также жителей ближайших домов района, используя ее в оздоровительных целях и как образовательный объект. В границах отведенного участка предполагался следующий комплекс мероприятий: уборка и очистка территории от бытового и строительного мусора; одерновка и укрепление эрозионных склонов; берегоукрепление; санитарные рубки аварийных, сухостойных деревьев; новые посадки кустарниковой растительности, используемой для укрепления крутых склонов и создания привлекательных видовых композиционных групп; сохранение и реставрация пойменного пруда и болота; устройство классов под открытым небом для школьников; устройство комплекса пикниковых точек; устройство транзитных, пешеходных, прогулочных, экологических маршрутов; устройство площадок для тихого и активного отдыха; выделение и освоение нарушенных территорий для создания зон для спортивных мероприятий. Вдоль русла и на прилегающей территории рекомендуется устройство площадок, имеющих подход к воде, выполняющих функции видовых площадок и обеспечивающих возможность отдыха. Площадки рекомендуется выполнить из дерева, как природного материала. Подходы к площадкам целесообразно выполнить в виде деревянных настилов (рис. 3).



а

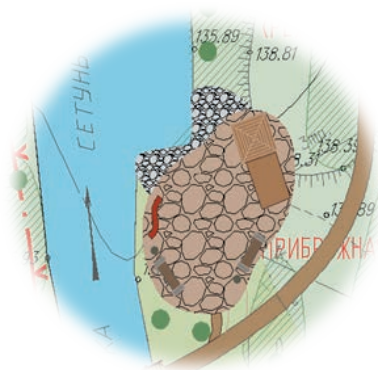


б

Рис. 3. Визуализация типичных видовых площадок из дерева при организации прибрежной территории: а – план; б – общий вид

Дорожно-тропиночную сеть планируется создавать на основе природных материалов. Чаще всего в московском регионе используются гранитный отсев, спилы лиственницы, деревянные настилы, бетонная плитка (в местах жилой застройки). Площадки для отдыха с установкой парковых диванов и урн формируются в основном в дорожных

карманах с покрытием, соответствующем покрытию примыкающей дорожки (рис. 4). Существующие несанкционированные места для отдыха и пикников, рекомендуется оборудовать стационарными оборудованными пикниковыми точками. Их необходимо обустроить в наиболее доступных и проходимых местах, прилегающие к транзитной зоне и жилой застройке.



а



б

Рис. 4. Визуализация площадок со спортивными снарядами: а – план; б – общий вид

В зависимости от морфологии склона, его высоты и крутизны, наличия негативных эрозионных и оползневых явлений ландшафта на данном конкретном участке, гидравлических характеристик водного потока, типа руслового процесса, уровня режима реки, должны быть локально применены различные типы укреплений – инженерные, биологические, комбинированные, которые позволят стабилизировать негативные эрозионные явления на склоне, предотвратить подмыв и размыв берега, локально стабилизировать развитие руслового процесса, при этом сохранив естественное речное русло (не превращая его в безжизненный

канал) и существующий природный ландшафт речной долины [3]. Например, для р. Сетунь предлагается для максимального сохранения естественных откосов (за исключением мест, где откосы являются обвальными или оползневыми), устраивать укрепления из природоприближенных материалов. Типы крепления были выбраны исходя из прогнозируемого скоростного режима и состояния существующих склонов – крепление матрасами из габионных структур, ивовый выстилкой либо каменной наброской, укрепление в виде частокола из лиственницы, сухого откоса – рулонными материалами типа «Макмат» и кокосового волокна.

Альтернативным способом, по сравнению с такими традиционными, но более трудоемкими решениями как одерновка или каменная наброска, является укрепление откосов с помощью геомата «Энкамат».

Проведение работ по дноуглублению и локальному берегоукреплению рек обычно включают следующие основные этапы: подготовительный, строительный и завершающий – восстановительный согласно с проектом рекультивации и благоустройства территории. При этом плодородный слой почвы должен быть снят до начала основных работ и уложен в отвалы для использования его при последующем восстановлении нарушенных земель, а также при благоустройстве и озеленении площадок. Загрязненный грунт и донные отложения без промежуточного складирования вывозятся на полигоны. На время строительства, учитывая его продолжительность и нахождение стройплощадки на территории ООПТ, а также в пределах водоохранной зоны и на части участков проведения работ в непосредственной близости от жилья, должен быть предусмотрен комплекс организационных мероприятий и приемов работ, позволяющих снизить негативные строительные воздействия.

Анализ многолетнего опыта проведения аналогичных работ на водных объектах позволяет сделать вывод, что основное загрязнение атмосферного воздуха приходится на земляные и планировочные работы строительного этапа (включая выработку загрязненных донных отложений со дна водоема), когда задействовано максимальное количество техники. Такие работы должны производиться минимально необходимым количеством технических средств при необходимой мощности машин и механизмов, что обеспечит снижение негативного акустического воздействия на окружающую застройку, снижение количества вредных выбросов в атмосферу. Работы следует вести только в дневное время. После окончания работ обязательна ликвидация рабочей зоны, уборка мусора, материалов, разборка ограждений.

Анализ состояния акустической среды показал, что в целом территория природного заказника «Долина реки Сетунь» находится в неблагоприятных условиях. Основным источником шума — автотранспортные потоки по МКАД, Можайскому, Аминьевскому, Минскому шоссе и улице Рябиновой (73...87 дБА), а также железная дорога (74...72 дБА). Таким образом, нормативного уровня можно достичь только в результате

применения шумозащитных мероприятий.

Заключение

В рамках работ по природной инвентаризации малых рек столичного мегаполиса во время обследования всей береговой линии необходимо включать направление по оценке современных экзогенных процессов и анализ степени их опасности. Результатом таких обследований должна стать комплексная карта-схема береговой линии, на основании которой разрабатывается общая концепция и подробная программа организации мониторинга состояния окружающей среды на территории ООПТ с водным объектом. Мониторинговые исследования являются не только источником наиболее объективной информации о процессе и состоянии малых водотоков, но и могут нести большую научную и прикладную ценность в рамках понимания процессов, происходящих в эрозионно-русловых системах малых рек мегаполиса, позволяют выявить адекватные градостроительные и экологические требования к реконструируемому объекту при его размещении на ООПТ, с учетом гидрогеологической характеристики района столицы, характеристик почвенного и растительного покрова, ландшафтной структуры территории, а также степени воздействия объекта на состояние окружающей среды.

Реализация отмеченных выше мероприятий позволит сохранить те немногие места на территории Москвы, соединяющих ее центр с окраинами, на которых возможно не только сохранение для столицы характерных видов флоры и фауны, но и их воспроизводство в естественных условиях.

1. **Сабитов М. А., Черных О. Н., Алтунин В. И.** Тенденции реконструкции малых водоемов в черте мегаполисов. // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011. – Ч. III. – С. 201–213.

2. **Сабитов М. А., Черных О. Н., Алтунин В. И.** Восстановление и экологическая реабилитация Липового пруда в Зеленограде // Роль мелиорации водного хозяйства в инновационном развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2012. – Ч. III. – С. 161–174.

3. **Яшкова М. С., Черных О. Н., Алтунин В. И.** Основные принципы отбора поверхностных водных объектов города Москвы для их реабилитации // Безопасность ги-

дротехнических сооружений: материалы международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011. – Ч. III. – С. 258–265.

Материал поступил в редакцию 10.11.14.
Черных Ольга Николаевна, кандидат технических наук, профессор кафедры «Гидротехнические сооружения»
 E-mail: gtsmgup@mail.ru

Сабитов Михаил Александрович, старший преподаватель кафедры «Гидротехнические сооружения»

E-mail: sabitoffms@mail.ru

Алтунин Владимир Ильич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидравлика»

E-mail: chtara@mail.ru

УДК 502/504:624.042:627/626

В. П. ШАРКОВ, В. М. КАРНАУХОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНОГО УГЛА ТРЕНИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ГРУНТА В ЯЧЕЙСТОЙ КОНСТРУКЦИИ

В работе предлагается для расчета горизонтального давления грунта на стенки после заполнения ячейстых малогабаритных конструкций гидротехнических и других сооружений использовать угол трения, определенный как среднее арифметическое углов внутреннего и контактного трения. В расчетах давления грунта-заполнителя в ячейстых конструкциях (как гидротехнических, так и в хранилищах-силосах, бункерах) при использовании формулы Янсена, регламентированной действующими нормами, угол трения грунта у стен является одним из важнейших параметров. Предложенная методика расчета отличается приемлемой точностью с отличием от опытных данных на 5...11 %. Установлено, что при заполнении цилиндрической ячейки сухим песком через отверстие с диаметром 40 мм, то есть более крупное, чем в опытах с диаметром 30 мм, наблюдается повышение горизонтального давления на стенки с 35 до 40 г/см² (на 14,3 %), что должно приводить к изменению угла контактного трения. Интересно что при этом вертикальное давление на основание уменьшается с 114 до 107,5 г/см² (на 6 %). Отмечается, что это может быть вызвано возникающей вибрацией в ячейке при соударении более мощной падающей струи сухого грунта с заполнителем, что вызывает дополнительные осадки грунта у стен и динамический эффект.

Ячейка, заполнитель, горизонтальное давление заполнителя, угол контактного трения грунта, статика, расчет, опыт.

It is proposed in the work to use a friction angle determined as an arithmetical mean of angles of internal and contact friction for calculation of horizontal soil pressure on the walls after filling cellular small structures of hydraulic and other structures. In calculations of the soil-filler pressure in cellular structures (both for hydro engineering and in storages-silos, bins) when using a Jansen formula regulated by the current norms the friction angle of soil near the walls is one of the most important parameters. The proposed methodology of calculation differs by the admissible accuracy with difference from experimental data by 5...11 %. It is established that when filling a cylindrical cell with dry sand through the hole of 40 mm diameter that is larger than in experiments with 30 mm dia, we can observe a higher horizontal pressure on the walls from 35 to 40 g/sm² (by 14,3 %) which must lead to the angle changing of contact friction. It is interesting that at the same time vertical pressure on the base decreases from 114 to 107,5 g/sm² (by 6 %). It is stated that it may be caused by an arising vibration in the cell under the hit of a more powerful falling jet of dry soil with filler which activates additional soil settling near the walls and dynamic effect.

Cell, filler, horizontal pressure of the filler, angle of soil contact friction, statics, calculation, experiment.