

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

конструирования почвогрунтов: АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Найдены методологические подходы, позволяющие прогнозировать физические свойства почвогрунтов при конструировании их из твердых отходов городского хозяйства. Показано, что использование осадка станций водоподготовки в качестве компонента почвогрунта позволяет повысить водоудерживающую способность почвогрунтов. При выращивании на таких почвогрунтах травянистых и древесных культур экономия воды на полив может составлять до 50% от нормы для средней полосы РФ. Разработанный методологический прием оценки гидрофизических свойств может быть применен для использования в технологии изготовления почвогрунтов в любой климатической зоне, особенно эффективен для засушливых регионов.

Введение

Проблема техногенного загрязнения и деградации почв является чрезвычайно актуальной для мегаполисов, в том числе для Москвы. К городским почвам предъявляются специфические требования: они должны обладать повышенной сопротивляемостью к неблагоприятным факторам. Когда плодородный слой загрязнен необратимо, необходимо полностью заменить его естественными или искусственными грунтами. Одним из путей решения проблемы загрязненных и деградированных городских почв является применение в зеленом строительстве города почвогрунтов с использованием осадков сооружений водоподготовки (ОСВП) и сооружений водоочистки (ОСВО). Еще в 90-е годы прошлого века доказано, что внесение ОСВП в почву в жидком или сухом виде в качестве удобрений под посевы различных сельскохозяйственных культур (кукурузы, сахарной свеклы, люцерны и др.) способствовало повышению их урожайности [1]. У осадка очистных со-

Н.М. Щеголькова*, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем РАН, **А.В. Смагин**, доктор биологических наук, профессор, факультет почвоведения, ФГОУ ВПО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

оружений более богатая история использования в сельском хозяйстве. Первые очистные сооружения (поля орошения) являлись одновременно и полями для выращивания овощных культур. Прекращение повсеместного применения осадка для сельскохозяйственных целей произошло в 70-80-е годы 20 века, когда было показано, что ОСВО содержит токсичные элементы в концентрациях, превышающих ПДК для почв. Возврат к почвенной утилизации осадков произошел в первое десятилетие 21 века, когда осуществилось повсеместное снижение объемов загрязняющих веществ, поступающих с промышленными стоками в городские канализации. Это было обусловлено бурным развитием очистных установок для промышленных стоков (гальваношламов, смазочно-охлаждающих жидкостей, промывных вод ТЭЦ, стоков нефтеперерабатывающих и химических производств и др.). Изменение качества поступающей на очистку воды привело к «повышению» качества образующегося осадка. Содержание тяжелых металлов за период около 20 лет снизилось в Москве в 10-100 раз. Ежегодно на станциях водоподготовки образуется около 30 тыс. т сухого вещества ОСВП и около 200 тыс. т сухого вещества ОСВО [2]. Утилизация и использование этих осадков является, несомненно, важной, но мало освещенной в отечественной литературе проблемой, в то время как в зарубежной литературе можно найти достаточно большое количество публикаций на эту тему. Одной из причин этого является отсутствие достаточной теоретико-экспериментальной базы, которая делала бы возможным применение новых практических подходов по интенсификации использования осадков.

Осадок в том виде, в каком он поступает с иловых карт или после обезвоживания на центрифуге, имеет благоприятные агрохимические свойства (достаточное содержание азота, фосфора, калия, микроэлементов, благоприятный диапазон рН), но неблагоприятные агрофизические свойства (отсутствие

*Адрес для корреспонденции: nsh Golkova@mail.ru

почвенной структуры, неблагоприятный водно-воздушный режим для семян и корней, способность растрескиваться при высыхании и т.п.). Возможность его использования в зеленом строительстве и сельском хозяйстве появляется только после специальной обработки. При влажности 75-80% осадок имеет вязкую структуру и плохо поддается перемешиванию с другими грунтами. В ОАО «Мосводоканал» была разработана технология производства почвогрунтов путем смешения твердых отходов города и осадков при влажности от 80% и ниже [3]. Однако остается открытым вопрос о прогнозировании физических свойств почвогрунтов при известных свойствах их составляющих. Это крайне важно, т.к. от способности почвогрунтов образовывать почвенную структуру с определенными водно-воздушными свойствами зависит их агрономическая ценность.

Целью работы являлось: 1) разработать методологию оперативной оценки водно-физических свойств почвогрунтов; 2) оценить роль ОСВО и ОВП в формировании гидрофизических свойств почвогрунтов.

Материалы и методы исследования

Неблагоприятные реологические и водно-физические свойства осадков обусловлены их высокой дисперсностью (высокой поверхностной энергией). Поэтому осадки характеризуются чрезвычайной набухаемостью при увлажнении и сильной усадкой при иссушении, высокой водоудерживающей способностью и низкой водоотдачей. В процессе приготовления смесей на основе ОСВО и ОСВП рекомендуется в качестве второго компонента использовать грунт лёгкого гранулометрического состава, нивелирующий высокую дисперсность осадков. В данной работе в качестве второго компо-

К.Ю. Рыбка, студент, факультет почвоведения, ФГОУ ВПО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

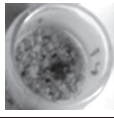
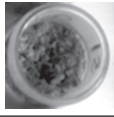
нента смесей использован кварцевый песок, который является в Московском регионе основным котлованным грунтом, добываемым в большом количестве и имеющим сравнительно небольшую стоимость. Обладая низкой дисперсностью и неблагоприятными гидрофизическими свойствами (весьма низкой водоудерживающей способностью и высокой фильтрацией), низким содержанием органического вещества и необходимых для растений питательных элементов, песок сам по себе не является подходящим субстратом для рекультивации почв нарушенных ландшафтов. Однако при добавлении к нему ОСВО и/или ОСВП его свойства улучшаются, и полученный почвогрунт можно использовать для озеленения городских парков, спортивных площадок, откосов дорог и т.д. Опыт использования таких смесей для обустройства газонов уже имеется у ОАО «Мосводоканал» [3].






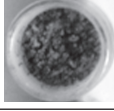
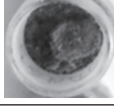
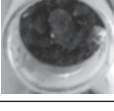




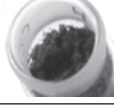
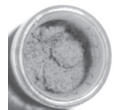
Для выявления количественного соотношения компонентов смеси, обеспечивающего наилучшие свойства последней, необходим комплексный анализ смесей. Лимитирующим фактором при принятии решения об использовании той или иной смеси является, в первую очередь, содержание токсичных элементов (тяжёлых металлов) в её составе. Оценка химического анализа смесей будет изложена в дальнейших публикациях на эту тему. В данной работе рассмотрены гидрофизические свойства смесей, позволяющие прогнозировать соотношение компонентов при их приготовлении.

С целью сравнительного анализа основных гидрофизических характеристик композиций песка с ОСВО и ОСВП и выявления диапазона концентраций осадков в песке, обеспечивающего наилучшие гидрофизические свойства смеси, были приготовлены 13 смесей с различной концентрацией осадков (по 5 двухкомпонентных смесей на основе

Таблица 1

Объекты исследования

Номер объекта	Обозначение объекта	Состав объекта	Фото объекта
Смеси на основе ОСВП,			
1	ОСВП 5%	ОСВП 5% + песок 95%	
2	ОСВП 10%	ОСВП 10% + песок 90%	

Номер объекта	Обозначение объекта	Состав объекта	Фото объекта
3	ОСВП 15%	ОСВП 15% + песок 85%	
4	ОСВП 20%	ОСВП 20% + песок 80%	
5	ОСВП 50%	ОСВП 50% + песок 50%	
Смеси на основе ОСВО			
6	ОСВО 5%	ОСВО 5% + песок 95%	
7	ОСВО 10%	ОСВО 10% + песок 90%	
8	ОСВО 15%	ОСВО 15% + песок 85%	
9	ОСВО 20%	ОСВО 20% + песок 80%	
10	ОСВО 50%	ОСВО 50% + песок 50%	
Трёхкомпонентные смеси (в частях)			
11	1 ОСВО / 2 ОСВП / 1 песок	ОСВО + осадок СВП + песок = 1:2:1	
12	1 ОСВО / 2 ОСВП / 3 песок	ОСВО + ОСВП + песок = 1:2:3	
13	1 ОСВО / 2 ОСВП / 9 песок	ОСВО + ОСВП + песок = 1:2:9	
Осадки в чистом виде			
14	ОСВО	ОСВО 100%	
15	ОСВП	ОСВП 100%	
Песок в чистом виде			
16	песок	песок 100%	

каждого из осадков и 3 трёхкомпонентные смеси, в состав которых входили оба осадка). Концентрация осадка в песке для двухкомпонентных смесей составляла 5, 10, 15, 20 и 50%. Трёхкомпонентные смеси представляли собой комбинации из ОСВО и ОСВП в соотношении 1:2, соответственно, и 25, 50 и 75% песка (все соотношения были рассчитаны в массовых процентах по сухому веществу). Были исследованы также осадки и песок в чистом виде. Всего было проанализировано 16 объектов (табл. 1).

Осадки были получены на станциях водоподготовки и водоочистки г. Москвы, песок взят из одного из строительных котлованов г. Москвы.

В качестве основного метода исследования выбран метод определения основной гидрофизической характеристики почв (ОГХ) методом равновесного центрифугирования (модификация Смагина А.В.) на лабораторной центрифуге типа ЦЛС-3 [4]. Метод равновесного центрифугирования основан на определении работы по извлечению из почвы влаги под действием центробежной силы и позволяет получить десорбционную ветвь ОГХ (кривую иссушения), которая и фигурирует в термодинамической концепции в качестве основного показателя физического состояния почвы [4]. После центрифугирования при максимальной скорости вращения в образцах определяется влажность термостатно-весовым методом [5].

Метод позволяет получить ОГХ в широком диапазоне варьирования её переменных. В данной работе кривая ОГХ была получена в диапазоне давления почвенной влаги от -0,39 кПа (3,9 см водн. ст.) при нулевой скорости вращения центрифуги до -808,31 кПа (-8080 см водн. ст.) при скорости вращения 6000 об/мин.

Использованный метод обладает рядом преимуществ: даёт возможность получить ОГХ в большом диапазоне варьирования давления почвенной влаги быстро, с высокой точностью, без значительных трудозатрат, на небольших почвенных образцах (4-6 г).

Всего в данной работе центрифугировалось 32 образца (по две повторности для каждого объекта исследования), в течение 2 ч на каждой скорости вращения ротора.

На основе полученных данных было построено 16 кривых ОГХ, для каждой точки на графике в качестве статистической характеристики были рассчитаны стандартные отклонения.

Определена также влажность осадков в естественном состоянии термостатно-весовым методом [5].

Результаты и их обсуждение

Влажность и реологические свойства. Для ОСВО и ОСВП влажность является одним из важнейших показателей их физического состояния, т.к. она определяет такие свойства осадков, как объём, вязко-пластичное поведение, водно-воздушный режим и др. физические характеристики.

ОСВО, наряду с ОСВП, характеризуются очень высокими значениями начальной влажности — 99% и больше. После технологического обезвоживания влажность осадков уменьшается. Для ОСВО и ОСВП традиционно принято рассчитывать влажность в процентах от влажного вещества (в силу высокой влажности последних — масса воды в осадках ниже, превышает массу сухого вещества в несколько раз, табл. 2). Поэтому результаты помимо традиционного в почвоведении представления влажности (в процентах от сухого вещества — W_1) выражены также и в процентах от влажного вещества (от общей массы — W_2). Для сравнения в табл. 2 приведены также результаты измерения влажности песка.

Столь высокая естественная влажность осадков, при которой они поступают со станций водоочистки и водоподготовки, объясняется тяжёлым гранулометрическим составом последних (преобладанием частиц коллоидных размеров, которые обладают огромной удельной поверхностью и высокой поверхностной энергией и образуют вокруг себя гидратную оболочку). Такие значения влажности, несомненно, отрицательно сказываются на водно-воздушных свойствах осадков (в естественном состоянии они являются двух-

Таблица 2

Определение влажности объектов исследования

Влажность ОСВО, ОСВП и песка		
	$W_{1\text{ ср.}}, \%$	$W_{2\text{ ср.}}, \%$
ОСВО	375,419	78,964
ОСВП	233,817	70,489
Песок	0,265	0,264

фазными системами, состоящими из твёрдой и жидкой фазы и практически лишенными газовой фазы). Естественно, столь высокая влажность сама по себе не позволяет использовать осадки в чистом виде в качестве почвогрунтов для выращивания культурных растений.

Помимо неблагоприятных водно-воздушных качеств высокая влажность определяет и плохие реологические и структурные свойства осадков. Гидратные оболочки на поверхности частиц твёрдой фазы препятствуют объединению последних и структурообразованию. Поэтому осадки при влажностях 70-80% представляют собой вязкую массу, похожую на пластилин. Однако при удалении влаги в сушильном шкафу при 105 °С осадки сильно уплотняются и растрескиваются, под-

вергаются значительной усадке. В результате образуются слитые структуры, напоминающие по своим физическим свойствам сланцы. Высокие значения их плотности не позволяют размельчить осадки даже в керамической ступке.

Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ)

Основной задачей данной работы является исследование гидрофизических свойств ОСВО, ОСВП и их смесей с минеральным грунтом — песком. Для этого были построены и проанализированы 16 кривых ОГХ: 10 двухкомпонентных смесей на основе каждого из осадков, 3 трёхкомпонентных смесей, а также ОГХ осадков и песка в чистом виде.

Для удобства анализа полученные ОГХ можно разделить на три группы:

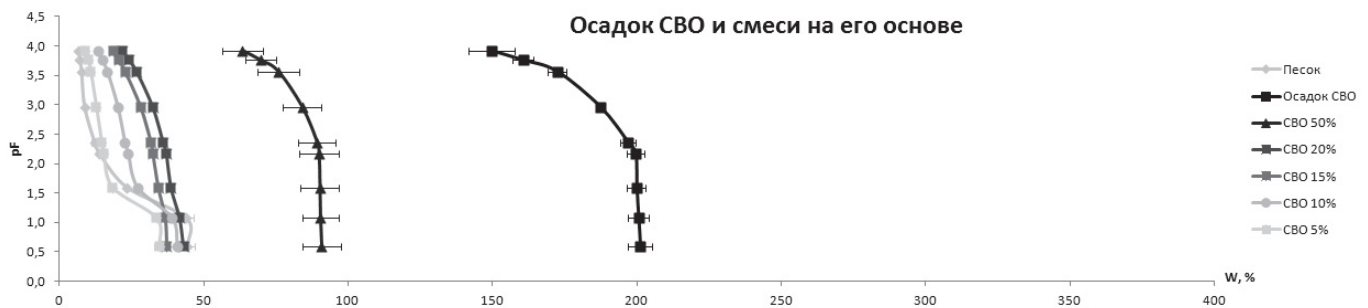


Рис. 1. ОГХ ОСВО, смесей на его основе и песка.

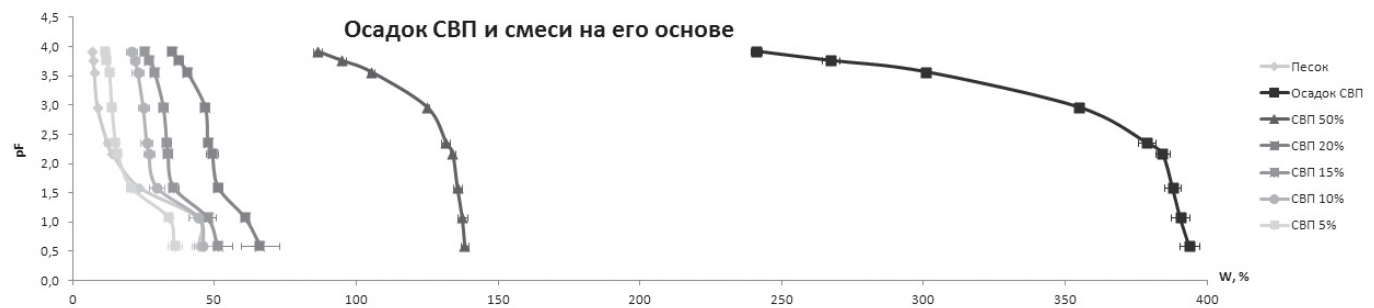


Рис. 2. ОГХ ОСВП, смесей на его основе и песка.

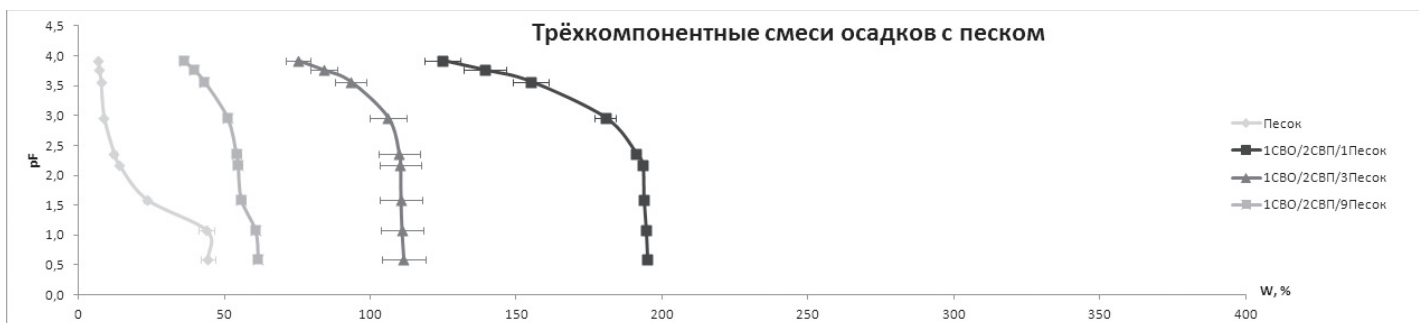


Рис. 3. ОГХ трёхкомпонентных смесей и песка.

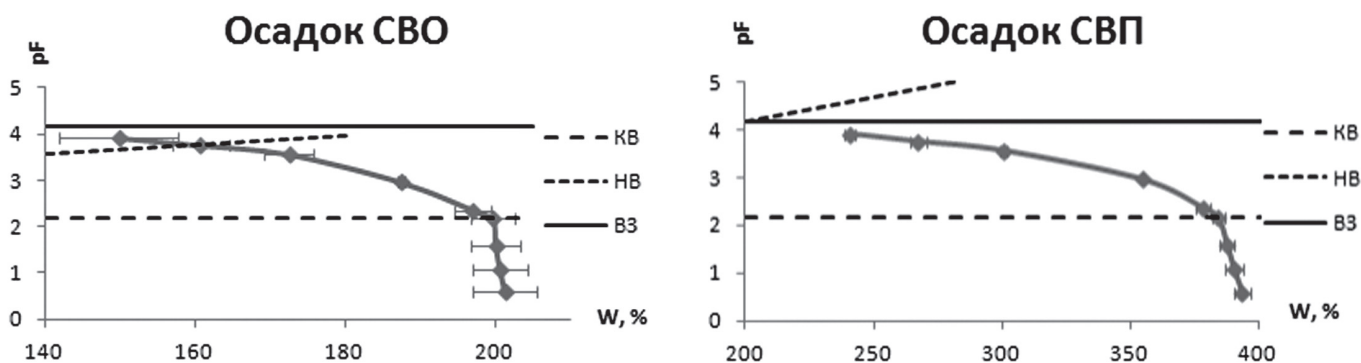


Рис. 4. ОГХ ОСВО (слева) и ОСВП (справа).

1. ОГХ ОСВО и смесей на его основе (рис. 1);
2. ОГХ ОСВП и смесей на его основе (рис. 2);
3. ОГХ трёхкомпонентных смесей (рис. 3).

Как и предполагалось, в зоне самых больших влажностей располагаются кривые осадков в чистом виде, а также смесей этих осадков с песком при концентрации осадка 50%. Рассмотрим подробнее кривые ОГХ осадков в чистом виде (рис. 4).

Особенностью анализа ОГХ является возможность в одном исследовании выделить несколько основных гидрофизических характеристик. По кривым ОГХ можно рассчитать такие важные для почв константы, как капиллярная влагоемкость (**КВ**), влажность разрыва капиллярной связи (**ВРК**), наименьшая влагоемкость (**НВ**) и влажность завядания растений (**ВЗ**). По двум последним характеристикам можно определить диапазон доступной (продуктивной) влаги.

Оба осадка располагаются в зоне высоких влажностей (более 100% по массе). При этом форма кривых ОГХ является нетрадиционной для почв, однако она характерна для коллоидных тел [6] и торфов. При большой влажности (и, соответственно, низких значениях pF — примерно до 2,2) влажность при увеличении давления почвенной влаги уменьшается медленно. Характерная точка изменения скорости иссушения соответствует значению pF примерно 2,17, что, согласно концепции [6] о категориях почвенной влаги, соответствует **КВ**, т.е. области перехода свободной гравитационной влаги в подвижную капиллярную, удерживаемую в почве капиллярными силами. Давление входа воздуха (давление барботирования, характеризующее изгиб на кривой ОГХ) близко по своему значению к давлению, соответствующему **КВ**. Таким образом, при наличии в осадке грави-

тационной влаги, его влажность близка к насыщению.

Вся верхняя часть кривых соответствует областям капиллярной и плёночно-капиллярной влаги, секущая **НВ** проходит выше конечной полученной на графике ОСВП точки. Оба графика располагаются ниже линии, соответствующей **ВЗ**. Причём даже при высоких давлениях влаги (600–800 кПа) при центрифугировании не удаётся извлечь и половины от общего количества влаги в осадках, и конечная равновесная влажность остаётся около 240% для ОСВП и около 150% для ОСВО. Это означает, что в чистом виде в том и другом осадке диапазон доступной растениям влаги близок к нулю, несмотря на высокую (по сравнению с почвами) влажность осадков.

Таким образом, из анализа ОГХ становятся очевидными неблагоприятные гидрофизические свойства осадков — при высокой естественной влажности осадки представляют собой двухфазную систему, обладающую высокой водоудерживающей способностью и низкой влагопроводностью.

Схожие кривые характерны и для смесей осадков с песком с высокой концентрацией осадка (50% и более) и для трёхкомпонентных смесей с аналогичным содержанием осадков (рис. 1-3). Однако нужно заметить, что добавление 50% песка значительно изменяет свойства осадка, происходит смещение всей кривой влево (в область меньших влажностей), но форма ОГХ при этом практически не изменяется.

Что касается песка (рис. 5), то полученная для него ОГХ в целом вполне стандартна для почв лёгкого гранулометрического состава и также отражает его неблагоприятные водно-физические свойства, такие как низкая водоудерживающая способность и высокая влагопроводность. Таким образом, как песок, так

и оба осадка по отдельности обладают неблагоприятными свойствами, противоположны по своим значениям.

Форма кривых ОГХ при увеличении доли песка в смеси (и, соответственно, уменьшении содержания осадка) изменяется, приобретая постепенно более характерный для почв S-образный вид. При этом значения полной влагоёмкости (**ПВ**) всех смесей с концентрацией осадка не более 20 % близки для ОСВО (ПВ от 35 до 44 %), но различаются для ОСВП (ПВ от 36 до 66 %). Как видно из рис. 6, ПВ для смесей с ОСВО оказалась даже меньше, чем у песка. Таким образом, на водно-физические свойства песка в большей степени оказывает влияние ОСВП, чем ОСВО (при равном процентном содержании обоих осадков).

Сравним основные почвенно-гидрологических константы, полученные на основе кривых ОГХ (табл. 3).

Таблица 3

Значения влажностей основных почвенно-гидрологических констант для смесей с разной концентрацией

Объект	КВ, %	НВ, %	ВРК, %
песок	15	13	11
ОСВП 5%	17	16	15
ОСВП 10%	28	26	25
ОСВП 15%	34	32	31
ОСВП 20%	50	47	42
ОСВО 5%	17	15	14
ОСВО 10%	27	25	22
ОСВО 15%	33	31	29
ОСВО 20%	38	35	31

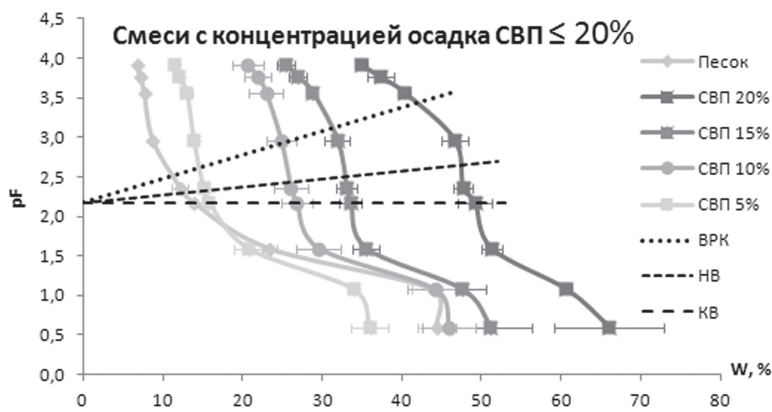


Рис. 5. Смесей ОСВП и песка при небольших влажностях.

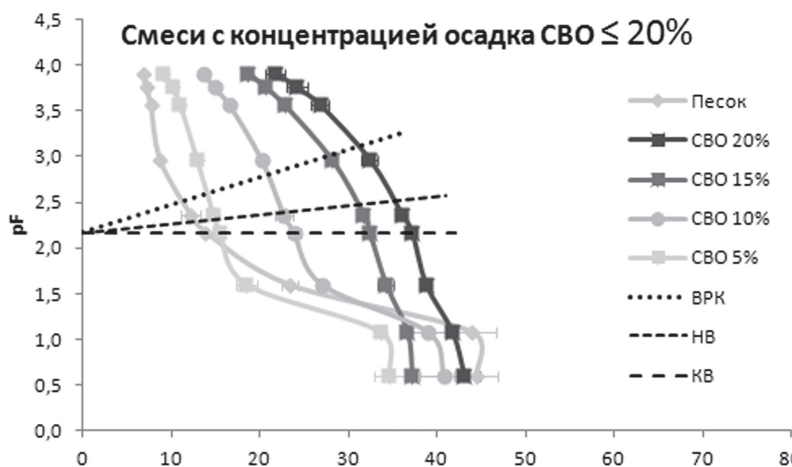


Рис. 6. Смесей ОСВО и песка при небольших влажностях.

Для смесей с невысокой концентрацией осадка можно сделать вывод, что в целом они обладают более благоприятными свойствами, чем осадки и песок по отдельности, однако смеси с концентрацией осадка 5 % улучшают гидрофизические свойства песка весьма незначительно (ОГХ смесей и песка близки). Таким образом, минимальное содержание осадка в смеси, оказывающее заметное влияние на физические свойства песчаных почв, составляет 10 % по сухому веществу.

Что же касается трёхкомпонентных смесей, то, как наиболее благоприятную с точки зрения гидрофизических показателей, можно выделить смесь с содержанием песка 25%. Полная влагоёмкость для неё составляет 61%, КВ – 54%, НВ – 52%, ВРК – 45%.

Разработка методологии прогнозирования агрофизических свойств почвогрунтов

Выше были изложены результаты, показывающие, что осадки оказывают благоприятное влияние на повышение влагоёмкости легких грунтов. Это означает, что осадки можно использовать в качестве мелиоранта для улучшения гидрофизических свойств таких грунтов. Учитывая неоднородность гранулометрического состава грунтов, поступающих на предприятия по производству почвогрунтов, необходимо разработать методологию прогнозирования свойств получаемых смесей на основе известных свойств исходных осадков и строительных грунтов. Для этого необходимо определить: 1) какова зависимость гидрофизических свойств почвогрунтов от количества добавляемых осадков и 2) является ли эта зависимость прямой, т.е. изменяются ли основные гидрофизические характеристики почвогрунтов аддитивно-но доли осадков.

Зависимость КВ, НВ и ВРК от концентрации осадка СВО

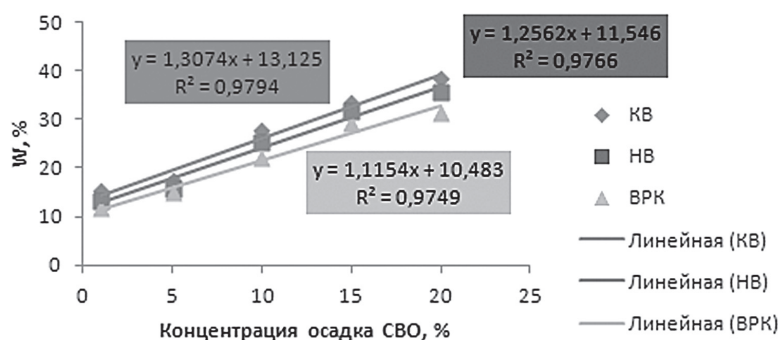


Рис. 7. Аппроксимация зависимости основных почвенно-гидрологических констант от концентрации ОСВО.

Зависимость КВ, НВ и ВРК от концентрации осадка СВП

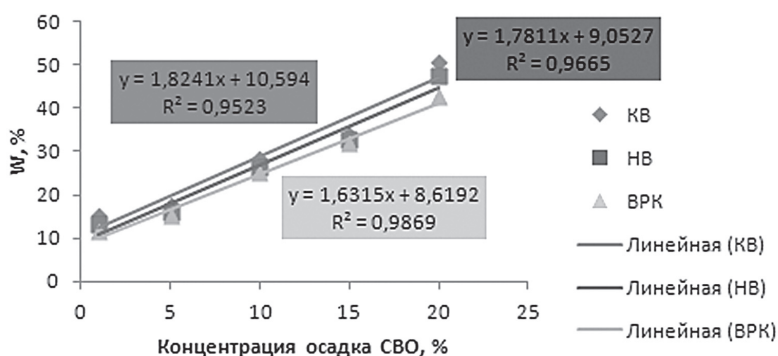


Рис. 8. Аппроксимация зависимости основных почвенно-гидрологических констант от концентрации ОСВП.

Зависимость КВ от концентрации осадков СВП и СВО

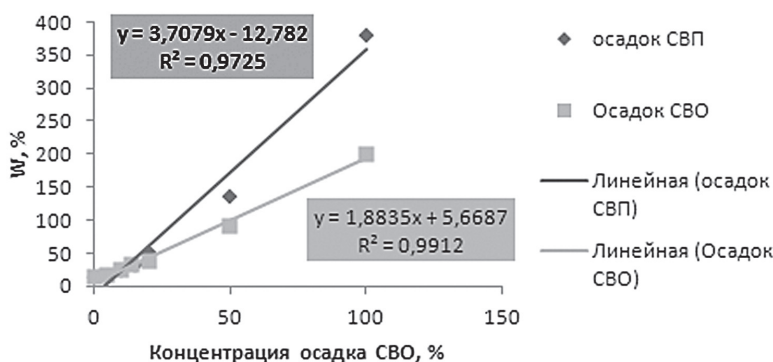


Рис. 9. Аппроксимация зависимости КВ от концентрации ОСВП и ОСВО.

Для проверки аддитивности свойств смесей при различной концентрации осадков были построены графики зависимости основных гидрологических констант (КВ, НВ и ВРК) от концентрации осадков (рис. 7, 8). Графики построены для смесей с содержанием осадков 0, 5, 10, 15 и 20 %, т.к. для смесей с большим содержанием осадков не были получены данные по НВ и ВРК (им соответствуют очень высокие значения давления почвенной влаги).

Из приведённых графиков видно, что зависимости основных почвенно-гидрологических констант от влажностей обоих осадков можно аппроксимировать уравнением прямой с достаточно высокой точностью (квадрат коэффициента вариации R^2 изменяется от 0,95 до 0,99). Данные свидетельствуют о наличии аддитивных свойств у смесей с различными концентрациями ОСВП и ОСВО как минимум в области небольших влажностей. Это позволяет прогнозировать основные гидрофизические свойства смесей, исходя из их состава.

Для зоны больших влажностей аддитивность была оценена по капиллярной влагоемкости, т.к. секущие остальных почвенно-гидрологических констант проходят выше полученной ОГХ. Зависимость КВ от концентрации осадков и результаты её аппроксимации уравнением прямой приведены на рис. 9. Коэффициент вариации в этом случае также достаточно велик. Таким образом, можно утверждать, что КВ, НВ и ВРК почвогрунтов прямо пропорциональны доле осадка в почвогрунте (по сухому веществу).

Заключение

Проведенное исследование является первым в области методологического обоснования изготовления почвогрунтов. На основе проведенных исследований гидрофизических характеристик ОСВО и ОСВП можно сделать следующие выводы.

- Оба осадка после обезвоживания обладают неблагоприятными гидрофизическими свойствами. При высокой естественной влажности осадки представляют собой двухфазную систему, обладающую высокой водоудерживающей способностью, низкой влагопроводностью, полным отсутствием воздушной фазы и практически полным отсутствием доступной растениям влаги. Такие свойства не позволяют использовать осадки в

чистом виде в качестве субстрата для наземной растительности.

Смеси осадков с легкими по гранулометрическому составу грунтами обладают улучшенными гидрофизическими свойствами (по сравнению с каждым из компонентов в отдельности). Оптимальный диапазон концентраций осадка в смесях с песком с точки зрения гидрофизических свойств от 10 до 20%. Такие смеси обладают хорошей водоудерживающей способностью и потенциалом для структурообразования.

Можно утверждать, что использованный метод анализа основных гидрофизических показателей на основе ОГХ позволяет прогнозировать свойства почвогрунтов, т.к. КВ, НВ и ВРК почвогрунтов прямо пропорциональны доле осадка в почвогрунте (по сухому веществу).

Литература

1. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Применение осадков водопроводных станций на удобрение / (по ссылке <http://www.agroxxi.ru/journal/199905/199905008.pdf>).

2. Щеголькова Н.М. Формирование искусственных почвогрунтов в городской среде: новые подходы к решению экологических проблем мегаполисов / Н.М. Щеголькова, А.Я. Ванюшина // Сб. матер. III Междунар. конф. «Современные проблемы загрязнения почв». М.: ф-т почвоведения МГУ, 2010. С. 180-182.

3. Хренов К.Е. Исследование свойств новых почвогрунтов, полученных с применением осадков станций водоподготовки / К.Е. Хренов, М.Н. Козлов, Н.М. Щеголькова, А.Я. Ванюшина, В.А. Грачев // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. №10. С. 20-25

4. Теории и методы физики почв. Коллективная монография. / Под ред. Е.В.Шеина и Л.О.Карпачевского М.: Гриф и К. 2007. 616 с.

5. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв. / А.Ф. Вадюнина, Э.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.

6. Воронин А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. М.: Изд-во МГУ, 1984.

N.M. Shchegolkova, A.V. Smagin, K.Yu. Rybka

METHODOLOGICAL ASPECTS OF SOIL ENGINEERING: AGROPHYSICAL PROPERTIES

Predictive methodological approaches to physical properties during soil engineering using urban solid wastes were revealed. It was shown that addition of sludge of water treatment facilities increases water-holding capacity of developed soils. Cultivation of herbs and trees on these soils allows saving up to 50% of water standard for the central Russia. Developed methodological approach of estimation of hydrophysical properties may be applied for soil engineering in any climatic zone and it is especially effective in arid regions.

Key words: soils, water-holding capacity of soil, sludge of water treatment facilities, sludge of wastewater treatment facilities