

3. Качанов, И.В. Результаты исследований процесса реверсивно-струйной очистки металлических поверхностей от коррозии / И.В. Качанов, А.Н. Жук, А.В. Филипчик, В.В. Пармон, Шаталов И.М., Ковалевич В.С., Качанова Е.В. // Materials of the XIII International scientific and practical Conference «Fundamental and applied science – 2018»: Sheffield. Science and education LTD -116 p.

4. Устройство для очистки от коррозии плоских стальных поверхностей: пат. 16526 Республика Беларусь, МПК В 08В 3/00, В63В 59/08 / И.В. Качанов, А.Н. Жук, И.М. Шаталов, В.Н. Шарий, С.О. Мяделец; опубл. 12.05.2010

5. Способ создания кавитирующей струи жидкости: пат. 13312 Республика Беларусь, МПК В 08В3/04 / И.В. Качанов, В.Н. Яглов, В.К. Недбальский, А.В. Филипчик. – № а 20081284, заявл. 14.10.2008; опубл. 26.03.2010 г.

6. Способ создания кавитирующей струи жидкости: пат. 14239 Республика Беларусь, МПК В 08В3/04 / И.В. Качанов, В.В. Недбальский, И.М. Шаталов, А.В. Филипчик (РБ). – № а 20090681, заявл. 12.05.2009; опубл. 30.12.2010.

УДК 627.8-1

И.И. Смагин, А.В. Лыш, В.А. Пришивалко

Научные руководители: И.М. Шаталов; М.К. Щербакова

Белорусский национальный технический университет

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЗОН
ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ЗЕМСНАРЯДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОДОТОКАХ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ**

В Республике Беларусь на больших и средних водотоках (реках и каналах) постоянно проводятся дноуглубительные работы с целью организации бесперебойного движения водного транспорта и работы по добыче сыпучих строительных материалов (песка, гравия и т.д.). Вышеуказанные работы связаны с постоянной эксплуатацией землесосных снарядов (земснарядов). При работе земснарядов (особенно при их включении) происходит интенсивное взвешивание частиц грунта, слагающих русло водотока. Далее взвешенные частицы переносятся потоком воды вниз по течению водотока (реки или канала), оказывая вредное воздействие на объекты животного мира и (или) среду их обитания и создавая экологические чрезвычайные ситуации.

За гибель ихтиофауны, снижение ее численности и продуктивности (прироста) при утрате или нарушении среды обитания, вследствие проведения дноуглубительных работ (и работ по добыче сыпучих стройматериалов) на водных объектах, предусмотрены компенсационные выплаты в соответствии с «Положением о порядке определения размеров компенсационных выплат и их осуществлении».

Размер компенсационных выплат зависит (в том числе) от размеров зон вредного влияния. Для определения размеров зон вредного влияния необходимо в первую очередь рассчитать расстояние, на котором будут выпадать на дно взвешенные частицы от места расположения земснаряда.

В связи с вышеизложенным на кафедре «ГЭСВТГ» БНТУ в рамках х/д №4532/18с от 31 октября 2018 г. с ОАО «Белсудопроект» силами студенческого ВНК «Гидротранспорт» №204с от 1 ноября 2018 г. выполнялась работа и была внедрена в реальное производство и учебный процесс БНТУ.

В этой работе объектом исследования являлся взвесенесущий речной поток, предмет исследования – транспортирующая способность взвесенесущего потока.

Цель исследования – на основе современных теоретических и эмпирических методов определения основных параметров взвесенесущего речного потока разработать методику определения расстояния выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта на водотоках (реках и каналах) Республики Беларусь для создания оптимальной методики расчетов размеров зон вредного влияния земснаряда на окружающую водную среду.

В результате выполнения НИР были разработаны 3 (три) методики определения (расчета) расстояния выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта на реках и каналах Республики Беларусь для создания оптимальных экологических экспериментов земснаряда без возникновения экологических чрезвычайных ситуаций.

Первая методика (№1) определения (расчета) расстояния выпадения на дно взвешенных частиц основана на использовании теории турбулентной диффузии и графоаналитическом решении системы уравнений турбулентной диффузии с конечной скоростью [1]. Эта методика является основной и обобщенной и позволяет определить среднее значение расстояний выпадения на дно взвешенных частиц с определенным процентным содержанием их в потоке воды и с определенной гидравлической крупностью взвешенных частиц. Применение этой методики ограничено возможностями

графоаналитического решения системы уравнений турбулентной диффузии с конечной скоростью.

Вторая методика (№2) определения расстояния выпадения на дно взвешенных частиц основана на использовании эмпирической теории движения наносов [2]. Эта методика позволяет определять расстояние, на котором произвольно взятая частица любых размеров и гидравлической крупности падает на дно. Однако эта методика не учитывает основные геометрические и гидродинамические параметры самого русла водотока и дает завышенные расстояния выпадения взвешенных частиц.

Третья методика (№3) определения (расчета) расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта основана на использовании теории расчета гравитационных отстойников. Это методика использует осредненные параметры взвесенесущего потока; она достаточно проста в использовании, даёт ориентировочные значения расстояний выпадения взвешенных частиц, которые неплохо коррелируют с данными расчета по методике №1. При невозможном использовании методики №1 методика №3 может быть взята за основную. В противном случае используется методика №2.

Результаты работы были использованы в расчетах размеров зон вредного влияния земснаряда на окружающую водную среду внедрены в учебном процессе БНТУ, а также на предприятиях водного транспорта Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь: ОАО «Белсудопроект» и РУП Днепро-Двинское ПВП «Белводпуть», а также на участках рек Березина, Сож, Неман и Днепр.

Результаты, полученные при выполнении НИР «Разработка методики определения (расчёта) расстояния выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ на водотоках (реках и каналах) Республики Беларусь» для создания оптимальных условий судоходства позволяют сделать следующее заключение:

1. На основе теории турбулентного массопереноса и турбулентной диффузии была разработана основная методика №1 по определению расстояния выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта на водотоках РБ, позволяющая с достаточной точностью определить графоаналитическим методом искомые расстояния и размеры зоны вредного воздействия. Однако применение этого метода ограничено возможностями графоаналитического метода решения системы уравнений турбулентной диффузии с конечной скоростью [1]. Эта методика дает достоверные данные по значениям

расстояний выпадения взвешенных частиц при относительной гидравлической крупности $w_r = 0,1 \div 5$.

2. Эмпирическая теория движения наносов [2] позволила разработать вспомогательную методику №2 определения расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта на водотоках РБ, которая учитывает основные параметры взвешивающего паточка такие, как мутность потока по его глубине, средняя скорость движения взвесенесущего потока, размеры и количество наносов и т.д. Однако применение этого метода в основном связано с определением расстояния, на котором любая произвольно взятая частица падает на дно. Методика №2 не учитывает влияние самого русла (его геометрических и гидродинамических характеристик) на взвесенесущий поток и дает значительное завышение расстояний выпадения на дно взвешенных частиц.

3. Анализ теории расчета гравитационных отстойников [3] дал возможность разработать сокращенную методику №3 определения (расчёта) расстояний выпадения на дно взвешенных частиц при проведении дноуглубительных работ с безвозвратной выемкой грунта. В основу этой методики положено использование осредненных параметров взвесенесущего потока (средней глубины и скорости движения потока, его мутности и гидравлической крупности частиц, слагающих русло водотока). Метод №3 применим при отсутствии детальных (подробных) данных о водотоке, хорошо коррелируется с методикой №1 и может использоваться в инженерных расчетах после методики №1 (в случае ее неприменимости).

Следует отметить, что все три разработанных метода были использованы при расчете размеров зоны вредного воздействия. Очередность использования методик: методика №1, методика №3, методика №2. Очередность использования методик должна быть обязательно увязана (согласована) с типом водотока, его основными геометрическими и гидродинамическими параметрами, с гранулометрическим составом взвеси и его гидравлической крупностью, и климатическими факторами (например, температурой воды, ветровым воздействием и т.д.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гиргидов, А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учеб. пособие / А.Д. Гиргидов – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2007. – 545с.
2. Богомолов, А.И. Гидравлика: учеб. пособие / А.И. Богомолов; К.А. Михайлов. – Москва: Стройиздат, 1972. – 648с.

3. Железняков, Г.В. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика / Г.В. Железняков, Ю.А. Ибад-Ззаде; под ред. В.П. Недриги. – Москва: Стройиздат, 1983. – 544с.

УДК 656.621/.626

И.В. Абрамович, В.А. Климович, Д.С. Комзолова
Научные руководители: И.В. Качанов, М.К. Щербакова
Белорусский национальный технический университет
**РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА В
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Современный транспорт представляет собой единую транспортную систему, включая мощную сеть железнодорожных, речных, автомобильных, воздушных, трубопроводных городских и промышленных коммуникации.

Неотъемлемым элементом транспортной отрасли Республики Беларусь выступает речной (внутренний водный) транспорт – вид транспорта, на котором перевозки пассажиров, грузов и багажа выполняются по внутренним водным путям с использованием судов внутреннего плавания, судов смешанного (река – море) плавания и маломерных судов. Данный вид транспорта обеспечивает перевозки грузов в районах, непосредственно тяготеющих к внутренним водным путям, а также смешанные перевозки внешнеторговых грузов.

В Республике Беларусь около 2 тысяч километров водных путей. Перевозки осуществляются по таким рекам, как Днепр, Припять, Березина, Западная Двина, Сож, Неман, а также Днепро-Бугский канал. Внутренние водные пути расположены в трех обособленных речных бассейнах рек: Днепр, Западная Двина, Неман. Вся длина путей на данный момент составляет приблизительно 2 тыс. км.

В их состав входит также Днепро-Бугский канал протяженностью 243,2 км, который соединяет реки Мухавец и Припять.

Место и роль водного транспорта в единой транспортной системе страны во многом определяется его технико-экономическими особенностями. К важнейшим из них относятся:

- большая провозная способность транспортных средств;
- большая пропускная способность водных путей;
- сравнительно небольшие капитальные вложения на организацию судоходства по водным путям;
- относительно низкая себестоимость движущей операции.