

СПОСОБ УСТРОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ РУСЕЛ В УСЛОВИЯХ ЗАБАЙКАЛЬЯ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

© 2013 г. М.А. Босов, А.В. Соколов

Восточный филиал ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Чита

Ключевые слова: искусственные русла, водные объекты, сопротивляемость грунтов размыву, взвешенные вещества, плата за загрязнение.



М.А. Босов



А.В. Соколов

Рассмотрены проблемы проектирования и строительства искусственных пойменных русел в условиях Забайкалья. Предложен новый способ устройства искусственных русел, направленный на предотвращение размывов и снижение загрязнения водных объектов взвешенными веществами за счет изменения строительных свойств слагающих грунтов. Затронуты вопросы, связанные

с трудностью определения ущерба водным объектам при устройстве искусственных русел из-за отсутствия единой методики работ. Проведено сравнение платы за загрязнение водотока взвешенными веществами при устройстве искусственного пойменного русла (р. Челутай) по традиционной технологии и с использованием предлагаемого способа.

При осуществлении хозяйственной деятельности на территориях, прилегающих к водным объектам, зачастую возникает необходимость в создании искусственных русел. Так, например, проведение мероприятий по защите от затопления населенных пунктов Забайкальского края (сел Агинское, Боржигонтай, Газимурский завод, Дульдурга, Калга, Могойтуй, Улеты, Усть-Карск, Хара-Шибирь, городов Нерчинск, Чита и др.) привело к необходимости создания участков искусственных русел.

Наличие больших уклонов в устраиваемых искусственных руслах, что характерно для Восточного Забайкалья [1], ведет к значительной скорости потока и, как следствие, размыву дна и разрушению берегов. Кроме того,

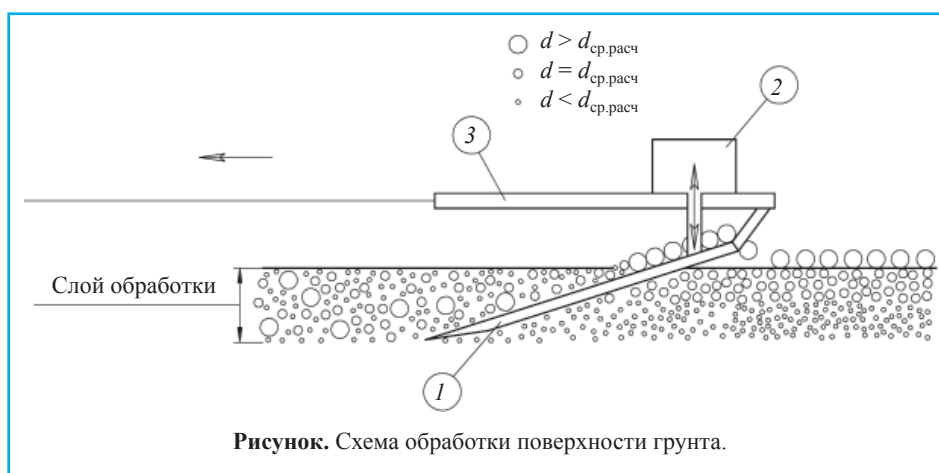
происходит загрязнение нижележащей части водотока продуктами размыва, что нарушает световой и кислородный режимы, снижает самоочищающую способность, нарушает жизнедеятельность гидробионтов и т. д.

При ускоренном размыве поверхности искусственных русел возникает необходимость проведения внеплановых ремонтных мероприятий, а иногда и полного восстановления, что приводит к дополнительным затратам. Кроме того, при защите территории от затопления размыв защитных дамб, являющихся частью сечения искусственного русла, может привести к значительному ущербу хозяйственной деятельности, а иногда и к катастрофическим последствиям. Таким образом, сопротивляемость размыву является определяющим строительным свойством грунта при создании искусственных русел.

Известно [2], что даже в том случае, когда искусственное русло запроектировано на неразмывающую скорость, при пропуске расходов воды по созданному руслу (или по устраиваемой поверхности) часть мелких фракций грунта будет переведена во взвешенное состояние, т. е. фактически водоток будет подвержен загрязнению взвесью.

Для уменьшения выноса взвешенных веществ авторами разработан способ повышения сопротивляемости размыву гравийно-галечниковых грунтов, заключающийся в целенаправленном изменении фракционного состава обрабатываемого слоя грунта по вертикали [1]. Предложено проведение обработки поверхности искусственного русла устройством (рисунок), рабочий орган которого представляет нож с гребенкой 1 и механизм вибрации 2, укрепленные на раме 3. Устройство прикреплено за тягачом, в качестве которого может выступать любая колесная или гусеничная техника.

При движении по обрабатываемой поверхности нож врезается в грунт на заданную глубину (не менее толщины расчетного слоя – трех средних расчетных диаметров). В качестве среднего расчетного диаметра принят



средний диаметр грунта ложа канала, отвечающий устойчивости против размыва расчетной скоростью течения.

Форма зубьев и наклон гребенки таковы, что в процессе обработки поверхностного слоя грунта первыми просыпаются вниз частицы размером $d < d_{\text{ср.расч}}$, затем частицы размером $d = d_{\text{ср.расч}}$, а частицы с диаметром $d > d_{\text{ср.расч}}$ переваливаются через гребенку, оказываясь на поверхности слоя обработки. При передаче вибрации на гребенку интенсивность переработки будет увеличиваться. В результате обработки происходит увеличение среднего диаметра фракций грунта расчетного слоя за счет удаления под расчетный слой мелких частиц, что в свою очередь уменьшает содержание взвешенных частиц $P_{\text{взв}}$.

По предлагаемому техническому решению Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (ФГУ ФИПС) выдан патент на изобретение за № RU 2415991 «Способ повышения сопротивляемости размыву гравийно-галечниковых грунтов и устройство для его осуществления» [3].

Несмотря на положительный эффект, устройство искусственных русел, как и любая другая планируемая хозяйственная деятельность, согласно Федеральному Закону «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [4], является потенциально опасным для окружающей среды. На стадии проектирования разрабатываемых мероприятий необходимо определить ущерб природным ресурсам.

Ситуация осложняется тем, что на данный момент нет единой методики определения ущерба водному объекту при загрязнении водотока взвешенными веществами в результате проведения работ, связанных с переформированием дна и берегов (зарегулирование участка естественного водотока) или создания искусственного русла в естественных грунтах (разгрузочные или руслоотводные каналы). Так, например, существует прецедент [5] отнесения экспертной комиссией государственной экологической экспертизы грунтов, извлекаемых при дноуглублении, к отходам производства и потребления, что является неправомерным, т. к. приведет к двойной оплате за одно и то же негативное действие (за сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов).

Как отмечено в [2, 6], повышение содержания взвеси (дополнительной мутности) при устройстве и эксплуатации искусственных русел носит залповый характер в отличие от ее плавного повышения во время прохождения паводков. Поэтому, на наш взгляд, можно провести аналогию рассматриваемого процесса со сбросом взвешенных веществ в составе сточных вод.

В таком случае плата за загрязнение водного объекта взвешенными веществами определяется, согласно Постановлению Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками,

сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» [7], с учетом Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 № 410 «О внесении изменений в приложение № 1 к Постановлению Правительства Российской Федерации от 12.06.2003 № 344» [8]

$$P = M_{\text{взв}} \cdot N_{\text{взв}} \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{и}} \cdot \frac{1}{C_{\text{ф}} + 0,25}; \quad (1)$$

где $M_{\text{взв}}$ – масса взвешенных веществ, т;

$N_{\text{взв}}$ – норматив платы за сброс 1 т взвешенных веществ, 366 руб/т (в пределах установленных допустимых нормативов сбросов) и 1830 руб/т (в пределах установленных лимитов сбросов);

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы по бассейнам морей и рек, для Забайкальского края равен 1,05;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент индексации платы на 2013 г. за нормативы 2003 г., в соответствии с Законом «О федеральном бюджете на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов» от 03.12.2012 № 216-ФЗ равен 2,20 [9];

$C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация взвешенных веществ в водном объекте; в качестве примера возьмем репрезентативное для рек Забайкальского края значение концентрации – 9 мг/л.

Чтобы определить значение норматива $N_{\text{взв}}$, определим концентрацию взвешенных веществ. Так, согласно нормативным требованиям [10], в контрольном створе (500 м ниже по течению) содержание взвеси не должно увеличиваться по сравнению с естественным фоном более чем на 0,25 мг/л (для водных объектов рыбохозяйственного значения высшей и первой категории) и на 0,75 мг/л (для водных объектов второй категории).

На основании [11, 12] водотоки Забайкальского края, на поймах которых целесообразно создание искусственных русел, могут быть отнесены к высшей и первой категории. Таким образом, концентрация взвешенных веществ в воде при пропуске расходов через устраиваемое русло фактически не должна превышать 0,25 мг/л. Этот параметр, как показывает практика, выдержать чрезвычайно трудно. Так, например, использование отстойников требует отведения под собственно хозяйственную деятельность больших площадей, что может нанести гораздо больший ущерб, чем сброс мелких фракций грунта в водные объекты и, кроме того, часто экономически невыгодно [13]. Поэтому при расчете платы за загрязнение водного объекта взвешенными веществами при создании искусственных русел целесообразно принимать норматив платы за сброс в пределах установленных лимитов.

При расчетах возьмем самый неблагоприятный в экологическом отношении вариант (принцип «пессимистического прогноза»), когда вся расчетная масса ($M_{\text{взв}}$) будет вымыта потоком за короткий промежуток времени.

При этом максимально возможная концентрация взвеси в водотоке будет зависеть от транспортирующей способности потока, которую при недостаточности данных наблюдений с учетом предложений СО 34.21.204–2005 [14] можно определить по формуле

$$C_{\text{взв}} = S\rho_s = k\rho_0 \frac{v^3}{gh\omega_{\text{взв}}}, \quad (2)$$

где S – среднее по живому сечению объемное содержание наносов в единице объема руслового потока;

k – коэффициент пропорциональности, лежащий в пределах $(0,48-2,4) \cdot 10^{-4}$;

ρ_s и ρ_0 – плотность частиц взвеси и плотность воды соответственно, кг/м³;

v и h – расчетная скорость и глубина воды в русле соответственно, м/с, м;

g – ускорении силы тяжести, м/с²;

$\omega_{\text{взв}}$ – гидравлическая крупность частиц взвеси, м/с.

Время, за которое вся рассматриваемая расчетная масса при данных условиях будет переведена во взвесь

$$T_{\text{взв}} = \frac{M_{\text{взв}}}{QC_{\text{взв}}}, \quad (3)$$

где Q – расчетный расход воды, м³/с.

В качестве примера рассмотрим создание искусственного пойменного русла в результате расчистки р. Челутай, в районе пгт Агинское Забайкальского края.

Исходные данные для расчета:

- длина создаваемого искусственного русла 2,8 км;
- ширина русла по дну 15 м;
- уклон дна 0,001;
- глубина потока 1,67 м;
- коэффициент заложения откоса $m = 3$;
- расчетный расход воды 17,3 м³/с;
- средний диаметр грунта $d_{\text{ср}} = 82,5$ мм.

Расчет массы взвешенных веществ ($M_{\text{взв}}$), которая может быть вымыта потоком, проведен согласно [1, 2, 6].

Возможный вынос взвеси составит 744,31 т или 10,4 кг/м². Концентрация взвешенных веществ – 12,41 мг/л и, согласно формуле (3), она будет наблюдаться в течение 40,12 сут. Как видно, содержание взвеси существенно превышает допустимые значения, поэтому плата за загрязнение нижележащей части водотока составит

$$П = 744,31 \cdot 1830 \cdot 1,05 \cdot 2,20 \cdot \frac{1}{9 + 0,25} = 340,15 \text{ тыс. руб.}$$

Плата за загрязнение с единицы площади устраиваемой поверхности – $П^{уд} = 4,75$ руб/м².

При использовании предложенного способа устройства искусственных русел частицы грунта, которые могут быть вымыты потоком, будут погребены под слой отмостки, что позволит избежать загрязнения водотока взвесью. Возможный вынос взвешенных веществ ($M_{взв}$) может быть существенно уменьшен (ориентировочно до 95 %) и плата за загрязнение нижележащей части водотока составит

$$П_1 = 37,22 \cdot 1830 \cdot 1,05 \cdot 2,20 \cdot \frac{1}{9 + 0,25} = 17,01 \text{ тыс. руб. или } 0,24 \text{ руб/м}^2.$$

В этом случае повышенная концентрация взвешенных веществ будет наблюдаться около 2 сут.

Экономическая эффективность применения предлагаемого способа для рассматриваемого примера составит:

$$П - П_1 = 340,5 - 17,01 = 323,15 \text{ тыс. руб.}; \quad (4)$$

$$П^{уд} - П_1^{уд} = 4,75 - 0,24 = 4,51 \text{ руб/м}^2. \quad (5)$$

Результаты выполненных расчетов позволяют утверждать, что применение предлагаемого способа обработки поверхности искусственного русла значительно уменьшает негативное влияние на водный объект продуктов размыва и существенно снижает плату за загрязнение водного объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босов М.А., Косарев С.Г., Соколов А.В. Способ защиты водных объектов от загрязнения взвешенными веществами при эксплуатации искусственных русел // Вестник ЧитГУ. 2011. № 7. С. 72–77.
2. Косарев С.Г. Регулирование концентрации взвешенных веществ в руслоотводных каналах при вводе их в эксплуатацию (Сообщение 1. Проблемы, возникающие при применении известных методик расчета расходов воды в руслоотводных каналах) // Водное хозяйство России. 2011. № 2. С. 39–45.
3. Патент 2415991 РФ. Способ повышения сопротивляемости размыву гравийно-галечниковых грунтов и устройство для его осуществления / М.А. Босов, А.В. Соколов; опубл. 10.01.2011. Бюл. № 10. 7 с.
4. Федеральный закон РФ от 10.01.2002. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Российская газета. 2002. № 2874.
5. Жигульский В.А., Обуховский В.А., Солопов Д.В., Смелик А.М. О недопустимости отнесения грунтов, извлекаемых при дноуглублении, к отходам производства и потребления // Гидротехника. 2011. № 2. С. 79–81.
6. Косарев С.Г. Количественная и стоимостная оценка загрязнения реки Шундуя взвешенными веществами, выносимыми из руслоотводного канала // Вестник ЧитГУ. 2012. № 3. С. 13–18.
7. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источ-

- никами, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» // Российская газета. 2003. № 120.
8. Постановление Правительства РФ от 01.07.2005 № 410 «О внесении изменений в приложение № 1 к Постановлению Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344» // Российская газета. 2005. № 149.
 9. Федеральный закон РФ от 03.12.2012 № 216-ФЗ «О федеральном бюджете на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов» // Российская газета. 2012. № 5956.
 10. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утв. Приказом Росрыболовства от 04.08.2009 № 695, зарег. в Минюсте РФ 03.09.2009, рег. № 14702.
 11. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 17.08.2009 № 818 «Об установлении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовства» // Российская газета. 2009. № 194.
 12. Федеральный закон РФ от 20.01.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // Российская газета. 2004. № 3661.
 13. Леман В.Н., Лошкарева А.А. Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. М.: Тов. науч. изд-в КМК, 2009. 192 с.
 14. СО 34.21.204–2005. Рекомендации по прогнозу трансформации русла в нижних бьефах гидроузлов. Введ. 01.01.2007. Взам. П95-81/ВНИИГ. РАО «ЕЭС России», ВНИИГ. 2005. 60 с.

Сведения об авторах:

Босов Максим Анатольевич, младший научный сотрудник, Восточный филиал ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ВостокНИИВХ), 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30; e-mail: max_bosov@mail.ru

Соколов Анатолий Васильевич, к. т. н., доцент, заместитель директора, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ВостокНИИВХ), 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30; e-mail: vostok-niivh@mail.ru