

УДК 629.1.03

Р.А. Дорофеев, М.С. Крашенинников, А.А. Кошурина, В.Е. Обрезкова

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО–ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ В КОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ РЕК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Затронута проблематика загрязнения рек и водоемов Нижегородской области. Рассмотрены основные причины и последствия загрязнения водоемов. Проводится краткий сравнительный анализ различных способов по очистке водоемов, а также сравнительный анализ техники, традиционно применяемой при очистке и благоустройстве водоемов. Описывается концепция мелиоративной машины для очистки рек с роторно-винтовым двигателем. В заключение сделан вывод о преимуществах использования роторно-винтового двигателя в конструкции мелиоративной машины для очистки рек.

Ключевые слова: роторно-винтовой двигатель, мелиоративная машина, амфибийное транспортное средство, экология.

Пятнадцатый Всероссийский форум «Великие реки» показал, что плачевное состояние рек в Нижегородской области действительно является проблемой. Заместитель председателя законодательного собрания Табачников А.Ф. заявил о необходимости создания системы по очистке и восстановлению малых рек [1].

Если посмотреть на карту Нижегородской области, то увидим, что она буквально испещрена реками, ручьями, озерами и прудами. На территории нашей области насчитывается более 8 000 рек и ручьев общей протяженностью более 33 000 км и более 2 000 озер, водохранилищ и прудов общей площадью 10 000 км². В тоже время в регионе развита машиностроительная, автомобильная, химическая промышленность и сельское хозяйство. Насчитывается более 600 крупных предприятий, 5 500 мелких предприятий, 800 с/х организаций и 3 000 фермерских и крестьянских хозяйств, а также Нижегородская ГЭС.

Анализ многолетних данных мониторинга качества поверхностных вод по контрольным заборам, расположенным ниже населенных пунктов, показывает, что во всех населенных пунктах качество воды по гидрохимическим показателям изменяется в диапазоне от 3-го класса - «загрязненная» до 5-го класса - «экстремально-грязная» [2].

Из-за продолжающейся нестабильной работы предприятий, включая очистные сооружения, практически не снижаются объемы и не улучшается качество загрязненных сточных вод промышленности и жилищно-коммунального хозяйства [2].

На долю Волжского бассейна приходится более трети общего сброса сточных вод в России. Несмотря на высокую обеспеченность региона очистными сооружениями, эффективность их работы крайне низка, в результате чего в водные объекты поступает большое количество загрязняющих веществ. На рис. 1 показаны степени загрязнения поверхностных вод в различных регионах, смежных с бассейном реки Оки [2].

Рисунок 1 позволяет сделать вывод, что качество воды в акватории реки Оки в Нижегородской области относится к 4-му классу – «грязная» вода.

Согласно исследованию ученых Калифорнийского университета в Санта-Барбаре (США), опубликованному в журнале Conservation Letters, устье Волги вошло в первую десятку списка самых загрязненных береговых зон [3]. В настоящее время в бассейне Волги сосредоточено около 45% промышленного и примерно 50% сельскохозяйственного производства России. Из 100 городов страны с наиболее загрязненной атмосферой 65 расположены в бассейне Волги. Объем загрязненных стоков, сбрасываемых в бассейны региона, составляет 38% от общероссийского (рис. 2) [4, 5].

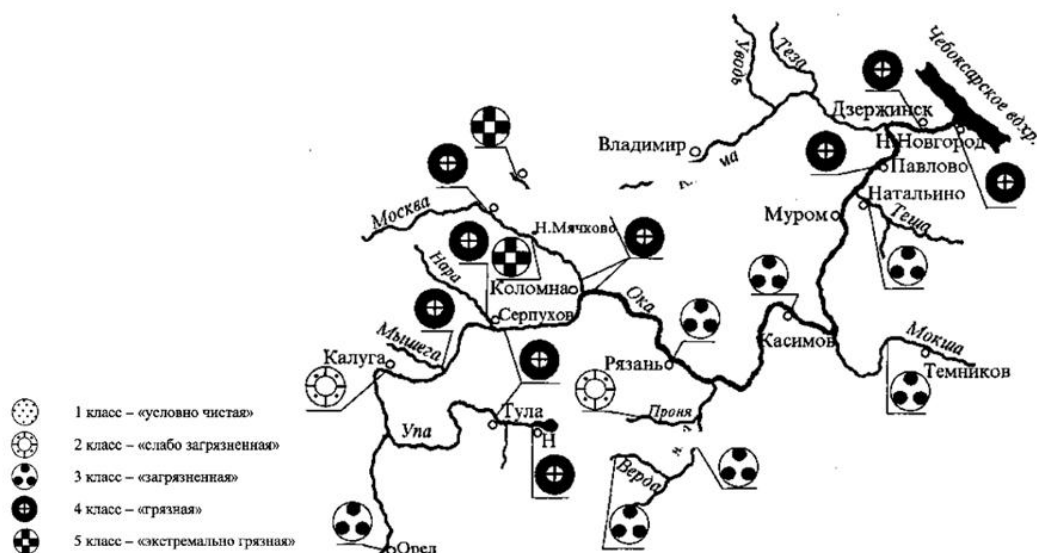


Рис. 1. Оценка качества поверхностных вод бассейна Оки по комплексным показателям

В наиболее критическом состоянии из-за сточных промышленных вод находятся малые реки Волжского бассейна. Только в самом Нижнем Новгороде их насчитывается 12. Самой грязной и токсичной из них признана река Ржавка. По мнению сотрудников экологического движения «Поможем реке», реки города уже «неживые», на их берегах – свалки мусора от гаражных массивов, в них попадают стоки от находящихся рядом предприятий [4].

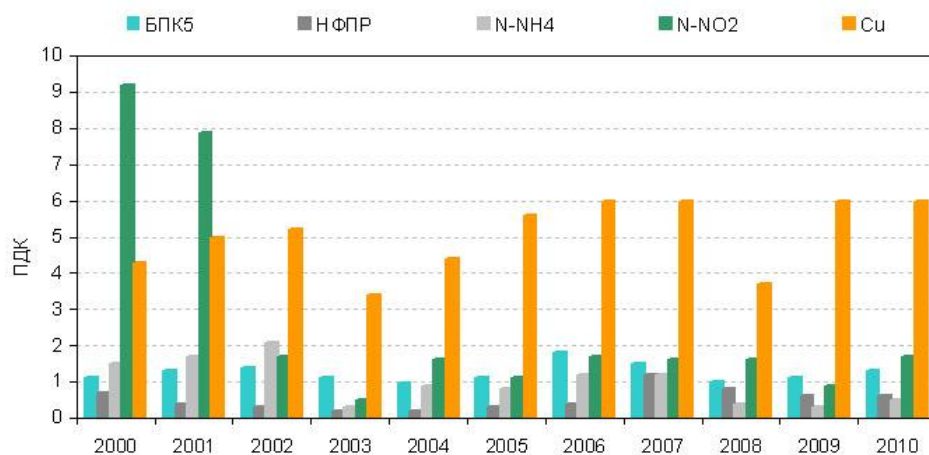


Рис. 2. Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища

Экологическая ситуация осложняется еще и тем, что после строительства водохранилищ на Волге резко изменился естественный режим реки и экология водоемов. Восемь плотин волжского каскада гидроэлектростанций превратили Волгу в череду стоячих озер-водохранилищ, навсегда нарушив привычный ход реки. По оценкам экспертов, самоочищаемость Волги, вода которой еще в 50-е годы прошлого столетия считалась питьевой, снизилась в десятки раз, и она стала на большом протяжении антисанитарным водоемом [4].

Еще одна проблема – сине-зеленые водоросли, которые летом (обычно в июле) разрастаются вдоль берегов. Они покрывают до 20–30% водохранилищ и стали настоящим бедствием для реки Волги. Эти растения выделяют до 300 видов органических веществ, большая часть из которых ядовита. Отмершие водоросли, попадая на дно, увеличивают содержание фосфора и азота и создают идеальную среду для собственного самовоспроизведения. В результате происходит вторичное загрязнение [4].

Отдельно стоит обратить внимание на прогрессирующую активность роста вредной

растительности (камыш, тростники, осока и др). Химическое загрязнение водоемов ускоряет рост вредной растительности. Работа ГЭС и плотин неизбежно снижает скорость течения в реках, уменьшая их способность к самоочищению, особенно это явление заметно на малых реках. Низкое течение, позволяет воде прогреваться сильнее, чем обычно, что в свою очередь, служит акселератором для роста камыша и тростника. Густая растительность дополнительно замедляет течение в реках. Реки становятся не в состоянии очищаться естественным образом, на дне накапливаются различные отложения, реки заиливаются, мельчают, превращаясь в болота, а затем и вовсе пересыхают. Процесс жизнедеятельности густой растительности снижает концентрацию кислорода в воде и повышает концентрацию токсичных веществ. Такие пагубные процессы ведут к гибели водных обитателей. На рис. 3 показаны негативные последствия зарастания рек.



Рис. 3. Последствия зарастания рек

Известны четыре основных метода очистки водоемов. В табл. 1 приводятся преимущества и недостатки этих методов.

Таблица 1

Преимущества и недостатки методов очистки водоемов

Метод	Преимущества	Недостатки
Химическая очистка	Простота реализации Производительность Быстрота	Вред окружающей среде Трудно спрогнозировать последствия Узкий круг воздействия
Биологическая очистка	Автономность Долгосрочный результат	Возможный вред окружающей среде Сложность реализации Узкий круг воздействия
Механическая ручная очистка	Простота реализации Экологичность Широкий круг воздействия	Низкая производительность Зависимость от окружающей среды Необходимость повторения операций
Механическая механизированная очистка	Простота реализации Экологичность Широкий круг воздействия Высокая производительность Независимость от окружающей среды	Необходимость технического обслуживания Необходимость повторения операций

Проанализировав данные табл. 1 о недостатках и преимуществах каждого из методов, можно сделать вывод, что для очистки водоемов рационально использовать метод механической механизированной очистки.

В настоящее время для работ по очистке и восстановлению водоемов разработана и применяется различная специализированная техника. Достоинства и недостатки наиболее часто используемой техники отражены в табл. 2.

Таблица 2

Достоинства и недостатки техники для очистки водоемов

Техника	Достоинства	Недостатки
<p>Экскаватор</p> 	<p>Способен передвигаться самостоятельно, без специальных средств транспортировки</p> <p>Способен выполнять операции на воде и суше</p> <p>Маневренный</p>	<p>Низкие вездеходные качества;</p> <p>Отсутствие амфибийных свойств</p> <p>Наносит вред экосистеме при движении</p>
<p>Земснаряд</p> 	<p>Не наносит вреда экосистеме</p> <p>Высокопроизводителен</p>	<p>Не может двигаться по суше</p> <p>Необходимо сплавлять на воду</p> <p>Низкая маневренность</p> <p>Не подходит для скашивания растительности</p> <p>Цена порядка 20-240 млн руб.</p>
<p>Гусеничная амфибия</p> 	<p>Способна передвигаться самостоятельно, без специальных средств транспортировки</p> <p>Является амфибией</p> <p>Высокопроизводителен</p> <p>Маневренен</p> <p>Способна выполнять различные операции</p>	<p>Гусеницы подвержены забиванию растительностью</p> <p>Гусеницы наносят вред экосистеме при движении</p> <p>Нет отечественных аналогов</p>
<p>Земснаряд самоходный</p> 	<p>Способен передвигаться самостоятельно, без специальных средств транспортировки</p> <p>Является амфибией</p> <p>Высокопроизводителен</p> <p>Маневренен</p> <p>Способен выполнять различные операции</p>	<p>Низкая скорость передвижения</p> <p>Нет отечественных аналогов</p> <p>Цена порядка 20 млн руб.</p>

Проанализировав достоинства и недостатки техники, применяемой для очистки водоемов, можно сделать вывод о том, что на данный момент не существует машины, которая одновременно обладала следующими качествами: амфибийность; самостоятельно спускается на воду и выходит на сушу; движение машины не должно наносить существенного урона окружающей среде; движитель машины не должен забиваться растительностью; способность двигаться на сильно заросших водоемах, болотах и топях.

Для обеспечения вездеходных и амфибийных качеств мелиоративной техники предлагается использовать роторно-винтовой движитель (РВД). Его отличительная особенность состоит в том, что, сочетая качества гидравлического и сухопутного движителей, он может с достаточной эффективностью работать на сильно переувлажненных грунтах, снегу, льду, воде и среде, являющейся комбинацией перечисленных сред. Используют РВД на машинах

различного назначения – дорожно-строительных, сельскохозяйственных, военных и т.д. Роторы оказывают низкое давление на грунт, а при движении не происходит сдвига грунта и повреждения корневой системы растений, при этом роторы самоочищаются в процессе движения. Машина на таком движителе будет обладать высокой маневренностью, сможет разворачиваться на месте и двигаться боком. Движитель содержит минимум конструктивных элементов (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид машины с роторно-винтовым движителем

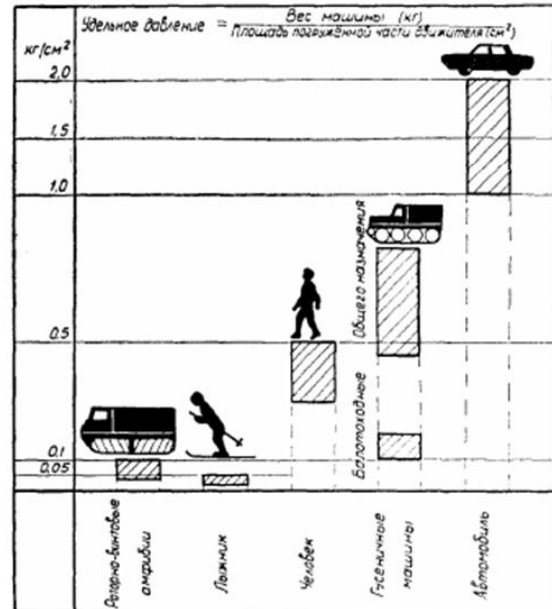


Рис. 5. Схема распределения давлений на опорное основание

По сравнению с другими типами наземных движителей РВД обладает целым рядом преимуществ:

- обеспечивает повышенную проходимость транспортного средства;
- создает очень малые давления на опорное основание (0,04-0,1 кг/см²) (рис. 5), на порядок меньшие по сравнению с гусеничными и колесными типами движителей [6];
- позволяет развить большую силу тяги (при прочих равных условиях) по сравнению с другими типами наземных движителей;
- позволяет выходить машине на необорудованный берег.

Применение роторно-винтового движителя дает следующие преимущества:

- движитель не забивается растительностью;
- меньший экологический урон от движения;
- меньше топливные затраты;
- большая надежность по сравнению с другими движителями;
- меньшие эксплуатационные затраты;
- меньшая необходимость в обслуживании.

Применение роторно-винтового движителя и разнообразного рабочего оборудования сделает базовую машину универсальной и многофункциональной (табл. 3). Машина сможет выполнять следующие операции: ликвидация растительности, очистка дна и углубление водоемов, укрепление береговой линии, благоустройство пляжей и другие инженерно-технические работы.

Таблица 3

**Рабочее оборудование, устанавливаемое на мелиоративную машину
с роторно-винтовым движителем**

Наименование	Применение	Наименование	Применение
<p align="center">Грабли</p> 	Для сбора скошенной растительности, водорослей и мелкого мусора со дна или поверхности воды	<p align="center">Косилка</p> 	Для скашивания растительности, на прямом ходу машины
<p align="center">Грабли-подъемник</p> 	Для сбора и транспортировки скошенной растительности и мусора	<p align="center">Поворотная косилка</p> 	Для скашивания растительности в любом направлении движения машины, скашивания в труднодоступных местах
<p align="center">Грейфер</p> 	Для сбора и транспортировки крупногабаритного мусора (валежник, автомобильные покрышки и т.д.)	<p align="center">Косилка-ковш</p> 	Для скашивания растительности с последующей ее транспортировкой
<p align="center">Насос</p> 	Для очистительных и дноуглубительных работ	<p align="center">Экскаватор</p> 	Для очистительных, дноуглубительных и других инженерно-технических работ

Удаленный ил можно использовать в качестве удобрения, а скошенную растительность отправлять на корм животным.

К основным потребителям роторно-винтовых мелиоративных машин относятся:

- предприятия, проводящие очистные и мелиоративные работы на реках Нижегородской области;
- предприятия сельскохозяйственной отрасли.

Результатом использования РВД в качестве движителя мелиоративной машины для очистки водоемов будет являться подъем производительности труда благодаря применению освоенных новых технологий, экономия средств предприятиями при выполнении работ с помощью нового такого типа техники.

Выводы

Во-первых, на сегодняшний момент существует динамически развивающаяся проблема, связанная с зарастанием и загрязнением малых рек Нижегородской области. Последствия бездействия в данной ситуации могут быть плачевными, итогом может стать экологическая катастрофа. Поэтому необходимо разрабатывать действующие программы и проводить мероприятия по очистке и реабилитации малых рек Нижегородской области.

Во-вторых, на данный момент в нашем регионе не ведется эффективных работ по очистке и восстановлению малых рек. Причин этому множество, одна из которых – отсутствие доступной, многофункциональной по своим характеристикам специализированной ме-

лиоративной техники. Поэтому необходимо предпринять действия, направленные на решение проблемы создания подобного вида техники. При этом, учитывая достоинства и недостатки техники, используемой в настоящее время, необходимо принять во внимание требования, предъявляемые к мелиоративной машине: машина должна обладать хорошей остойчивостью, амфибийностью, маневренностью, производительностью и высокими вездеходными показателями; должна самостоятельно спускаться на воду и выходить на необорудованный берег; при движении не должна наносить ощутимый вред экосистеме и др.

В-третьих, из всех существующих на данный момент типов движителей, именно РВД наиболее полно удовлетворяет требованиям, перечисленным выше. Применение РВД позволит работать мелиоративной машине с максимальной эффективностью, а его конструктивная простота даст возможность сэкономить на эксплуатационных затратах.

Библиографический список

1. XV Международный научно-промышленный форум «Великие реки». [Электронный ресурс] URL: <http://www.rg.ru/vreki2013/>
2. Израэль, Ю.А. Тенденции и динамика загрязнения природной среды Российской Федерации на рубеже XX-XXI веков. – М., 2007. – 65 с.
3. Устье Волги вошло в десятку самых загрязненных береговых зон. [Электронный ресурс] URL: <http://ria.ru/danger/20090710/176933219.html>
4. Экологические проблемы реки Волги. [Электронный ресурс] URL: <http://ria.ru/documents/20090714/177327889.html>
5. Тенденции и динамика загрязнения природной среды Российской Федерации. [Электронный ресурс] URL: <http://dynamic.igce.ru/water/chemi/2010/>
6. Роторно-винтовые машины. Основы теории движения / И.О. Донато [и др.]. – Нижний Новгород, 2000. – 451 с.

Дата поступления
в редакцию 20.09.2014

R.A. Dorofeev, M.S. Krashenninikov, A.A. Koshurina, V.E. Obrezkova

CONCEPT OF USING OF THE ROTARY-SCREW MOVER IN THE CONSTRUCTION OF THE RECLAMATION MACHINE FOR A CLEANING OF RIVERS.

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeev

Purpose: Development of the conception of a multifunction machine for an effective cleaning of rivers of a vegetation, sludge and a rigid household garbage.

Findings: Designing of the reclamation machine is necessary for solving of the problem of cleaning rivers in the Nizhny Novgorod Region. The vehicle with rotary-screw mover has lots of advantages in compared with other types of movers.

Implications: Present conception provides a starting-point for further research and works in the field of creation machines for cleaning of rivers, what can improve the ecological situation in the Nizhny Novgorod Region.

Originality/value: In the present time there are no analogs of such machine and there are no effective funds of cleaning of rivers.

Key words: rotary-screw mover, reclamation machine, amphibian vehicle, ecology.