

местных природных материалов (бентонитовых глин, шунгита с содержанием кремнезема, модифицированных бурых углей, торфа, лигнита и т. д.).

При всем многообразии и частоте использования активные угли недостаточно прочны, малоэффективны при извлечении полярных и диссоциирующих молекул, их регенерация возможна при условии соблюдения жестких требований. Поэтому в последнее время интенсивно ведутся работы по созданию и использованию в системах очистки синтетических сорбентов, обладающих высокими сорбционно-адгезионными свойствами, большой пористостью и наличием жесткой объемной сетчатой структуры.

Полимерные сорбенты обладают большой термостойкостью, механической прочностью, развитой удельной поверхностью. При очистке сточных вод от органических соединений (в частности, от нефтепродуктов), которые рационально утилизировать, полимерные сорбенты становятся более перспективными адсорбентами по сравнению с активными углями. Регенерация замасленной загрузки производится отжимом с последующей промывкой и может осуществляться неоднократно. При использовании большинства природных сорбентов процесс их регенерации и утилизации осуществить невозможно или он представляет большие трудности.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом большое внимание уделяется рациональному использованию отходов производства. В этой связи возможно использование отходов химической промышленности Республики Беларусь после соответствующей обработки в системах очистки нефтесодержащих сточных вод в качестве сорбирующей загрузки фильтров. Кроме того, некоторые отходы производства (на основе полимеров) могут использоваться без дополнительной переработки, так как они уже обладают высокой величиной удельной поверхности, оптимальным объемом пор, диаметром волокон и т. д. С применением данных материалов были получены хорошие результаты очистки сточных вод от нефтепродуктов, и, кроме того, появляется возможность снижения затрат на приобретение дорогостоящих полимерных сорбентов, обладающих схожими характеристиками.

Подводя итоги, можно сказать, что известно множество сорбентов как природного, так и искусственного происхождения. Однако искусственные материалы обладают более высокими сорбционно-адгезионными свойствами, так как при их производстве можно задать значение удельной поверхности, диаметра волокон, плотности и других характеристик, которые оказывают существенное влияние на эффект очистки сточных вод. Кроме того, сырьем для этих сорбентов могут служить отходы химической промышленности, бытовые отходы (пластиковые бутылки, полипропиленовые пакеты и т. д.)

УДК 577.457:628.5

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ

В. С. ДЕЦУК, А. М. ТЕРЕЩЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Экологическая безопасность связана с минимизацией воздействия на окружающую среду, в том числе на водные ресурсы. При рациональном использовании водных ресурсов водохозяйственное планирование должно обеспечивать уменьшение степени влияния загрязняющих сбросов на водный объект, сокращение зон, где происходит нарушение естественного качества вод. Последнее может быть достигнуто не только путем уменьшения количества сбрасываемых загрязняющих веществ, совершенствования методов очистки сточных вод и т. д., но и путем учета процессов разбавления и самоочищения, протекающих в водных объектах.

Для получения данных о распространении загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами в водные объекты, необходимо выполнить расчеты разбавления сточных вод. В настоящее время разработан ряд методов расчета разбавления сточных вод в реках и водоемах. Выбор того или иного расчетного метода зависит от гидрологического режима реки, водоема; от режима поступления сточных вод в водный объект; от конструкции и положения сбросного сооружения; от требуемой точности расчета и т. д.

Существует ряд расчетных методов, одним из которых является метод, основанный на решении уравнения турбулентной диффузии, выведенного В. И. Маккавеевым в 1931 г.:

$$\frac{dS}{dt} = D \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right) - u \frac{\partial S}{\partial y},$$

где

$$\frac{dS}{dt} = \left(v_x \frac{\partial S}{\partial x} + v_y \frac{\partial S}{\partial y} + v_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) + \frac{\partial S}{\partial t}.$$

Здесь S – концентрация растворенных или взвешенных веществ в воде, мг/м^3 или г/м^3 ; u – скорость равномерного падения взвешенных частиц в воде, м/с (для растворов $u = 0$); t – время, с ; v_x, v_y, v_z – компоненты скорости течения относительно координат x, y, z , м/с . Ось x направлена по течению потока, ось y – от поверхности к дну, ось z – по ширине потока. Через D обозначен коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$:

$$D = A/\rho,$$

где A – коэффициент турбулентного обмена, $\text{кг}/(\text{м}\cdot\text{с})$; ρ – плотность воды, кг/м^3 .

Для условий установившегося процесса диффузии растворенных веществ при отсутствии поперечной составляющей скорости течения уравнение примет следующий вид:

$$v_x \frac{\partial S}{\partial x} = D \left(\frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right).$$

При расчете турбулентного перемешивания в реках прежде всего следует назначить расчетные расходы воды. В настоящее время в качестве расчетного расхода обычно принимают минимальный расход 95%-ной обеспеченности. При наличии многолетних наблюдений можно принять в расчет минимальный из наблюдаемых расходов. В зависимости от поставленной задачи назначаются также и другие расчетные расходы, вплоть до расхода малой обеспеченности и даже максимального.

В соответствии с расчетным расходом ($Q, \text{м}^3/\text{с}$) определяются площадь живого сечения ($\omega, \text{м}^2$), средняя скорость течения ($u_{\text{ср}}, \text{м/с}$), уклон водной поверхности ($J, \text{‰}$), средняя ширина ($B_{\text{ср}}, \text{м}$) и глубина потока ($H_{\text{ср}}, \text{м}$). После этого вычисляется коэффициент Шези ($C, \text{м}^{1/2}/\text{с}$), поперечные составляющие скорости на закруглении речного потока ($u_z, \text{м/с}$), значения коэффициента турбулентной диффузии ($D, \text{м}^2/\text{с}$).

Этот метод позволяет определить концентрацию загрязняющих веществ на любом расстоянии от источника сброса.

Данный метод учитывает достаточно большое количество факторов и достаточно точно описывает реальную картину состояния речной воды.

Программа позволяет учитывать начальное разбавление, если сброс сточных вод осуществляется через гидротехническое сооружение, обеспечивающее кинематическое разделение загрязняющей струи и окружающих водных масс по формуле Лапшева, а также расстояние до створа, где заканчивается начальное разбавление.

Ручной расчет по данной методике является достаточно трудоемкой задачей, это обусловлено тем, что расчет производится пошагово, для каждой точки в отдельности.

Программа легка в эксплуатации, не требует знания программирования. Количество и содержание вопросов легко редактируется. Программа поддерживает графический оконный интерфейс, достаточно дружелюбный к пользователю, работающему с ней. Используется большое количество подсказок по ходу программы.

При работе с программой необходимо небольшое количество управляющих клавиш, что сводит усилия по их запоминанию к минимуму.

Используя свои данные, пользователь может выполнить расчет, получить результаты на экране или принтере.

В программе широко применяется графика как для оформления ввода-вывода данных, так и для построения графиков зависимостей кратности разбавления от расстояния до расчетного створа.

При желании можно осуществить вывод результатов на принтер.

Программа использует собственную библиотеку процедур (TPU-модуль), что значительно уменьшило объем, занимаемый ею в памяти.

Программа может быть использована как специалистами на практике, так и в обучающем процессе, так как содержит теоретический блок с тестирующими вопросами, который можно по желанию как включать, так и выключать.

Структура работы программы представлена в виде блок-схемы (рисунок 1).

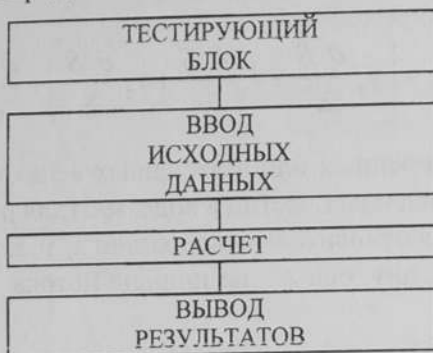


Рисунок 1 – Структура работы программы

Разработанная программа призвана избавить от рутинной работы, вместе с тем позволить модифицировать постановку задачи для того, чтобы мобильно управлять процессом, а не только заниматься расчетами. Кроме того программа включает теоретические вопросы, которые делают программу не только расчетной, но и обучающей.

УДК 621.311.1

К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ВЛИЯНИИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА ПРОДОЛЬНЫЕ ЛИНИИ АВТОБЛОКИРОВКИ

С. Г. ДОДОЛЕВ, Е. А. ЗАДОРЖНЮК

Белорусский государственный университет транспорта

Расположение линий электропередач (ЛЭП) в лесополосе значительно удорожает их установку и эксплуатацию, поэтому было принято располагать их в полосе отчуждения железной дороги. При сближении контактной сети (КС) и ЛЭП возникает значительное электростатическое влияние на линии электропередач, что ухудшает в них качество электроэнергии.

Для определения степени влияния были проведены электрические измерения на вынесенной в зону отчуждения ЛЭП по тяговой подстанции ст. Бобр Минского отделения Белорусской железной дороги прибором ЭРИС КЭ – 02, в соответствии с методикой измерения и ГОСТ 13109.97. Как показал анализ полученных результатов, влияние линий КС на продольные линии электропитания существенно.

Методика расчета взаимного влияния для параллельных линий описана в нашей статье "Методика расчета взаимного влияния линий электропередач разных уровней напряжения". В реальных условиях ЛЭП удаляются или приближаются к КС, изменяют высоту расположения относительно контактного провода. Параллельность линий сохраняется только на небольших участках. Приемлемой методики расчета для непараллельных линий нет. При удалении линии влияния от влияющей линии изменяется значение групп формул Максвелла (первой, второй, третьей). Для того чтобы их определить, необходимо найти, каким образом изменяется значение этих коэффициентов при изменении расстояния между влияющей и влияемой линией. Предложено разбивать линии на элементарные многополюсники. Коэффициенты, определяющие взаимные проводимости, рассчитываются с учетом изменения расстояния между проводами ЛЭП. Первая группа формул Максвелла записывается следующим образом:

$$[\varphi] = [\alpha_i][\tau],$$

где $[\varphi]$ – матрица потенциалов; $[\alpha_i]$ – матрица аналитических выражений потенциальных коэффициентов, с учетом расстояния между проводами; $[\tau]$ – матрица линейных зарядов проводов.