

ченные зависимости позволяют подобрать размеры сооружений для проведения процессов биологической очистки с активным илом.

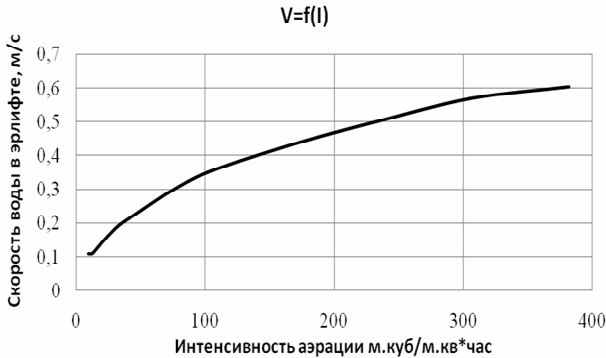


Рис.3

1.Брагинский Л.Н. и др. Моделирование аэрационных сооружений для очистки сточных вод. – Л.: Химия, 1980. – 144 с.

2.Нездойминов В.И., Разумов А.Ю., Береза Г.Н. Использование двухярусных отстойников в качестве аэротенков // 36. наук. пр. Луганськ. нац. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Луганськ, 2004. – С.179-185.

3.Нездойминов В.И., Рожков В.С. Определение параметров газожидкостной смеси в затопленных эрлифтных системах // Матеріали III Міжнар. наук. семінару 15-17 жовтня 2008 р. – С.131-136.

4.Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергия, 1975. – 600 с.

Получено 07.12.2009

УДК 628.356.3

С.Л.ЧИГАНОВ, В.І.СОКОЛЬНИК, канд. техн. наук,

В.Д.НЕДОРΟΣΟΛ, канд. хім. наук

Запорізька державна інженерна академія

## НОВИЙ ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ АЕРОТЕНКІВ

Розглядаються питання автоматизації розрахунків аеротенків.

Рассматриваются вопросы автоматизации расчетов аэротенков.

The issues of automated calculations aerotanks are considered.

*Ключові слова:* аеротенк, типовий проект, система аерації, алгоритм, блок-схема.

Програмне забезпечення для розрахунку очисних споруд дозволяє автоматизувати та прискорити в декілька разів процес розрахунків основних параметрів, порівняти різні варіанти і вибрати найбільш прийнятний.

Аналіз відомих програмних продуктів показав майже повну відсутність комп'ютерних програм для розрахунку споруд біологічної очистки стічних вод.

Розроблено новий програмний продукт для розрахунку та дослідження споруд біологічного очищення стічних вод – аеротенків. OSV Aerotank орієнтована на швидкий розрахунок та підбір аеротенків із складанням звіту у вигляді текстового файлу. Можливі розрахунки різних варіантів аеротенків за способом подачі стічних вод та їх потоку: змішувачі та витискувачі, з регенерацією активного мулу та без регенерації. OSV Aerotank працює на будь-якій 32-разрядній ОС Windows, написана на Visual Basic 6.0.

Основні можливості програми:

- розрахунок необхідного об'єму аеротенка;
- надання списку типових проектів обраного типу аеротенка (є можливість редагувати список);
- перерахунок робочих параметрів вже обраного (чи існуючого) аеротенку;
- розрахунок системи аерації;
- надання звіту у вигляді текстового файлу;
- розрахунок робочих параметрів обраного аеротенка при поступовому відключенні секцій;
- зберігання вихідних даних проектів у файлах.

Після введення користувачем витрати стічних вод та концентрації зважених речовин у стічній воді необхідно вибрати тип стічних вод: побутові чи промислові. Залежно від вибору автоматично заповнюються комірки для вводу максимальної швидкості окислення органічних забруднень, константа, що характеризує властивості забруднень, константа, що характеризує вплив кисню, коефіцієнт інгібування та зольність активного мулу згідно [1, табл. 40]. Далі необхідно ввести значення БСК<sub>повн</sub> стічної та очищеної води й обрати тип аеротенка. Залежно від обраного типу аеротенка деякі комірки стають недоступними і фарбуються в сірий колір – у випадках, коли вони або непотрібні для розрахунку цього типу аеротенка, або розраховуються автоматично. Після натискання на кнопку «Розрахувати необхідний об'єм аеротенка» здійснюється розрахунок і пропонуються варіанти типових проектів аеротенків. При виділенні обраного проекту зі списку, заповнюються його типові розміри та автоматично розраховується необхідна довжина аеротенка. При потребі внесення змін в геометричні розміри аеротенку довжина перераховується автоматично. При зміні (чи округленні) довжини перераховується об'єм аеротенку. Програмою передбачена можливість зробити зворотний розрахунок БСК<sub>повн</sub> очи-

щеної води при заданому об'ємі аеротенка. Після визначення робочої глибини аеротенка можна виконати розрахунок системи аерації і сформулювати звіт.

Зовнішній вигляд головного вікна та вікна розрахунку системи аерації наведено на рис.1, 2, блок-схема алгоритму – на рис.3.

**Расчет и подбор аэротенков**

Проект: ☐ программа

Расход сточных вод, м.куб./ч:

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, мг/л:

Сточные воды:

Максимальная скорость окисления органических загрязнений, мг БПКполн / (г·ч):

Константа, характеризующая свойства загрязнений, мг БПКполн/л:

Константа, характеризующая влияние кислорода, мг O2/л:

Коэффициент ингибирования, л/г:

Зольность активного ила:

БПКполн сточной воды, мг/л:

БПКполн очищенной воды, мг/л:

Тип аэротенка:

Средняя доза активного ила в аэротенке,

Доля объема, занятая регенератором:

Концентрация растворенного кислорода, мг/л:

Минимальная степень рециркуляции активного ила:

Иловый индекс, см.куб/г:

Коэффициент прироста активного ила:

Доза активного ила в аэротенке, г/л:

Рассчитать требуемый объем аэротенка

Основные параметры аэротенков

Требуемый объем, куб. м:

Номер типового проекта	объем	длина
902-2-94	(170 куб. м.)	(24 м)
902-2-95/96	(260 куб. м.)	(36 м)
902-2-215/216	(864 куб. м.)	(24 м)
902-2-217/218	(1296 куб. м.)	(36 м)
902-2-268	(3780 куб. м.)	(42 м)
902-2-269	(5400 куб. м.)	(60 м)
902-2-211	(7560 куб. м.)	(83 м)
902-2-120/72	(21680 куб. м.)	(120 м)
902-2-264	(28080 куб. м.)	(150 м)

Расчет параметров принятого аэротенка

Секций:  Коридоров:

Ширина коридора, м:

Рабочая глубина аэротенка, м:

Длина аэротенка, м:

Система аэрации ...

Сформировать отчет

Выход

Рис.1 – Головне вікно програми з прикладом розрахунку

Для полегшення виконання розрахунків дані, що зазвичай вибираються з таблиць та інтерполюються проектантом, програма автоматично розраховує за формулами. Для отримання цих формул табличні дані було переведено у вигляд графіків. За допомогою Microsoft Excel до отриманих графіків було підібрано найбільш відповідні рівняння. Для мінімізації похибок деякі графіки було розбито на частини, які відображають характерні типи кривих ліній: поліноміальні, ступеневі, лінійні та інші залежності.

Основні розрахунки виконано за відомими формулами [1-4]. Окремо треба відзначити особливості перерахунку робочих параметрів

вже обраного або існуючого аеротенка. Тут використовується поступове наближення методом «поділу навпіл». Програмою підбирається БСК<sub>повн</sub> очищеної води, проводиться розрахунок, порівнюється отриманий об'єм аеротенку з уже розрахованим та приймається рішення про зменшення або збільшення БСК<sub>повн</sub> очищеної води. Після виконання двох десятків ітерацій різниця між об'ємами майже відсутня і підбір БСК<sub>повн</sub> очищеної води можна вважати виконаним.

Параметр	Значение
Глубина погружения аэратора $h_a$ , м	4.7
Среднемесячная температура воды за летний период, $T_w$ , град.	21
Растворимость кислорода в воде от температуры $C_t$ , мг/л	8.8001
Растворимость кислорода в воде $C_a$ , мг/л	10.8078
Удельный расход кислорода воздуха, мг/мг снятой БПК <sub>полн</sub>	1.1
Отношение площадей аэрируемой зоны и аэротенка, $f_{az}/f_{at}$	0.1
Коэффициент, учитывающий тип аэратора, $K_1$	1.47552
Коэффициент, зависящий от глубины погружен. аэратора, $K_2$	2.80439
Коэффициент качества воды, $K_3$	0.59852
Коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, $K_t$	1.02
Концентрация растворенного кислорода, $C_o$ , мг/л	2
Удельный расход воздуха, $q_{aig}$ , куб.м/куб.м	6.53163
Общий расход воздуха, $Q_{aig}$ , куб.м/час	15479.9
Период аэрации, $t_{at}$ , ч	4
Интенсивность аэрации, $J_a$ , куб.м/(куб.м · ч)	
$J_a$ минимальное	3.12763
$J_a$	8.16453
$J_a$ максимальное	12.0470

Сохранить и закрыть      Закрыть без сохранения расчета

Рис.2 – Діалогове вікно для розрахунку системи аерації

Розрахунок системи аерації починається одразу після зміни будь-якого значення без натискання на зайві кнопки, що прискорює процес.

Програма даної предметної області призначена для супроводу технологічних рішень, прийнятих проєктантами споруд; регулювання якості очищення стічних вод персоналом очисних станцій; аналізу достатності характеристик обраних очисних споруд або їхнього проєктування; формування звітних документів та в якості навчальної програми для використання студентами.

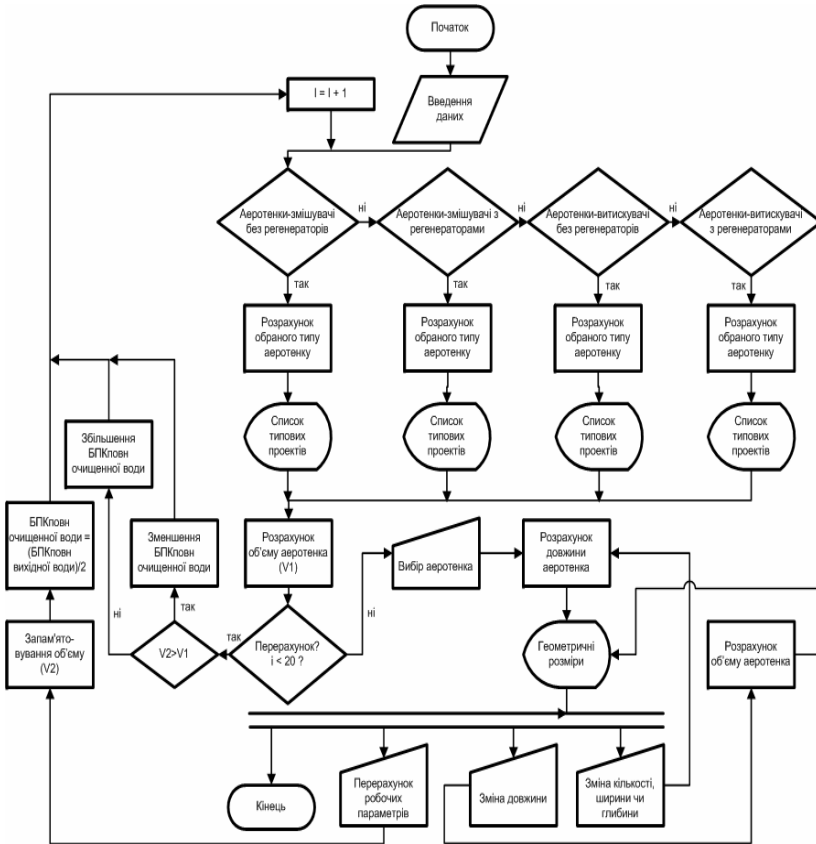


Рис.3 – Алгоритм розрахунку об'єму та параметрів аеротенки

1.СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.

2.Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2006. – 704 с.

3.Ласков Ю. М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.

4.Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод. – Вологда: ВоГУТ, 2002. – 127 с.

Отримано 17.12.2009