

пазух траншеи до отметок на 0,25 м выше трубы выполнять вручную, послойно, одновременно с обеих сторон траншеи, дальнейшую засыпку траншеи выполнять бульдозерами в два этапа: 1 этап до отметки – 2,9 м; 2 этап – засыпка до существующих отметок поверхности земли – выполнять после демонтажа иглофильтровых установок 2 яруса.

Работу по обратной засыпке необходимо выполнять при работающих иглофильтровых установках.

Приведенная методика фильтрационного расчета установки ЛИУ-5 может быть использована при выборе способов водопонижения как при строительстве новых, так и при замене поврежденных подземных коммуникаций.

Ее использование может дать положительный результат при сравнении различных вариантов водопонижения, в том числе легких иглофильтровых установок и установок вакуумного водопонижения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Болотских Н.С. Строительное водопонижение в сложных гидрогеологических условиях / Н.С. Болотских. – Киев: Будівельник, 1976. – 112 с.

2. Болотских Н.С. Борьба с подземными водами / Н.С. Болотских, Д.С. Слободкин. – Киев: Техника, 1982. – 158 с.
3. Станиченко И.К. Водопонижение в строительстве / И.К. Станиченко. – М.: Стройиздат, 1971. – 235 с.
4. Скабалланович, И.А. Гидрогеологические расчеты по динамике подземных вод: учеб. пособие для горных вузов и фак. / И.А. Скабалланович. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 407 с.
5. Jacobs S., Tentschert E. Stollen im Bergwasser – Prognose, Prophezeiung und Realität der Auswirkungen // Felsbau, 1994. – Vol. 6. – P. 466-473.
6. Herth W., Arndts E. Theorie und Praxis der Grundwasserhaltung: 3rd Edition. – Berlin: Ernst & Sohn, 1994. – 435 p.
7. Rappert C. Grundwasserströmung: Grandbau-Taschenbuch. – Berlin: Ernst & Sohn, 1996. – 456 p.
8. Beyer W. Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilungskurve // Wasserwirtschaft – Wassertechnik, 1964. – Vol. 6. – PP. 34-41.
9. Гончаренко Д.Ф. Ремонтно-восстановительные работы на канализационных сетях в водонасыщенных грунтах / Д.Ф. Гончаренко, Е.Б. Клейн, И.В. Коринько. – Харьков: Прапор, 1999. – 160 с.

УДК 628.16

Сухоруков Г.И., Филатов С.В., Сухоруков Д.Г., Серобян А.С.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ОСВЕТЛЯЕМОЙ ВОДЕ ПО ВЫСОТЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТСТОЙНИКА

Постановка проблемы. Вследствие сложности процесса коагуляции и непрерывности изменения свойств взвешенных веществ хлопьевидной структуры связать теоретически основные факторы осаждения и коагуляции в одном математическом уравнении в настоящее время не представляется возможным [1-4]. Поэтому определение зависимости содержания взвешенных веществ в осветляемой воде по высоте зоны осаждения от мутности исходной воды, ее температуры и скоро-

сти восходящего потока выполняется экспериментальным путем [5,6].

Цель работы. Определение изменения мутности воды по высоте вертикального отстойника, что даст возможность в дальнейшем определить зону установки фильтрующего элемента для интенсификации работы отстойника.

Методика проведения исследований. Информация, необходимая для составления функциональной зависимости, была получена с помощью математиче-

ского планирования эксперимента по методу, ортогонального центрального композиционного планирования (ОЦКП). Всего было выполнено две серии по 50 опытов в каждой на фрагменте вертикального отстойника высотой 5м. Высота отстойника составляла 4м. Высота зоны накопления и уплотнения осадка – 1м. Одним многочленом второго порядка не представилось возможным описать исследуемый процесс по всей высоте зоны осаждения при условии, что последняя начинается от основания камера хлопьеобразования.

Согласно методике [7,8] в этом случае необходимо переходить на описание исследуемого процесса многочленом более высокого порядка или уменьшить интервалы варьирования независимых переменных. Уравнение регрессии более высокого порядка получается очень громоздким и неудобным для инженерных расчетов. В связи с этим было принято решение уменьшить интервалы варьирования но вместо зоны осаждения. На основании этого последняя была разбита на две части. Пределы варьирования независимых переменных следующие:

Первая часть.

Температура воды (t) - $3 \div 17^\circ\text{C}$; мутность исходной воды (M) - $0,2 \div 2,5 \text{ кг/м}^3$; скорость восходящего потока (V) - $0,001 \div 0,0025 \text{ м/с}$; высота зоны осаждения (H) - $0 \div 1 \text{ м}$.

Вторая часть

Температура воды (t) - $3 \div 17^\circ\text{C}$; мутность исходной воды (M) - $0,2 \div 2,5 \text{ кг/м}^3$; скорость восходящего потока (V) - $0,001 \div 0,0025 \text{ м/с}$; высота зоны осаждения (H) - $1 \div 4 \text{ м}$.

В результате математической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, описывающие зависимость мутности осветляемой воды от мутности исходной воды, скорости восходящего потока, температуры и высоты зоны осаждения.

Для первой части:

$$M_0=0,3885-0,0036t+0,1681M-0,508H-0,1922MH+0,3983H^2 \quad (1)$$

Для второй части:

$$M_0=0,2819-0,001t+0,0082M-0,099H-0,0135H^2 \quad (2)$$

где M_0 - значение мутности воды в вертикальном отстойнике. Уравнения (1) и (2) адекватно описывают исследуемый процесс. Из полученных уравнений следует, что в зоне отстойника эффект осветления воды остается практически постоянным при заданной мутности и температуре воды в пределах скоростей восходящего потока $0,001-0,0025 \text{ м/с}$. Это согласуется с опытными данными, полученными во ВНИИ ВОДГЕО под руководством В.Т. Турчиновича, которые показывают, что эффект осветления воды в вертикальном отстойнике остается практически постоянным для скоростей восходящего потока $0,001 - 0,0015 \text{ м/с}$.

Обсуждение результатов. На основании уравнений (1) и (2) построены номограммы для определения значения мутности воды по высоте отстойника в зависимости от мутности исходной воды и температуры, которые приведены на рис. 1 и 2.

Необходимо отметить, что при построений номограммы на рис. 1 данные на высоте зоны осаждения 1м приняты по уравнению (2).

На номограммах по оси абсцисс отложены значения мутности исходной воды а по оси ординат - мутности осветляемой воды в зависимости от ее температуры и высоты зоны осаждения. На оси параллельной оси абсцисс вверху номограммы находятся значения высоты зоны осаждения. Прямые линии номограммы показывают изменения мутности осветляемой воды от ее температуры, а кривые - от высоты зоны осаждения при заданной температуре.

Порядок пользования номограммами следующий: на оси абсцисс находим заданную мутность исходной воды и поднимаемся от нее перпендикулярно вверх до прямой линии заданной температуры воды (если температура воды находится между 3°C и 17°C , то прямая линия определяется интерполированием), отразившись от нее влево, на оси ординат опре-

деляем мутность воды в начале зоны осаднения или на метровой ее высоте (для номограммы I). Для определения мутности воды на заданной высоте зоны осаднения необходимо провести кривую значения мутности воды в начале зоны осаднения или от метровой ее высоты (для номограммы II) до перпендикуляра, опущенного вниз от заданной высоты зоны осаднения, и отразившись от него влево, на оси ординат определить мут-

ность воды на этой высоте. Точки для проведения этой кривой находятся интерполированием кривых изменения максимальной (2,5 кг/м³) и минимальной (0,2кг/м³) мутностей исходной воды по высоте зоны осаднения для заданной температуры, то есть $\frac{a}{v} = \frac{a'}{v'} = \frac{a''}{v''}$ (рис. 1).

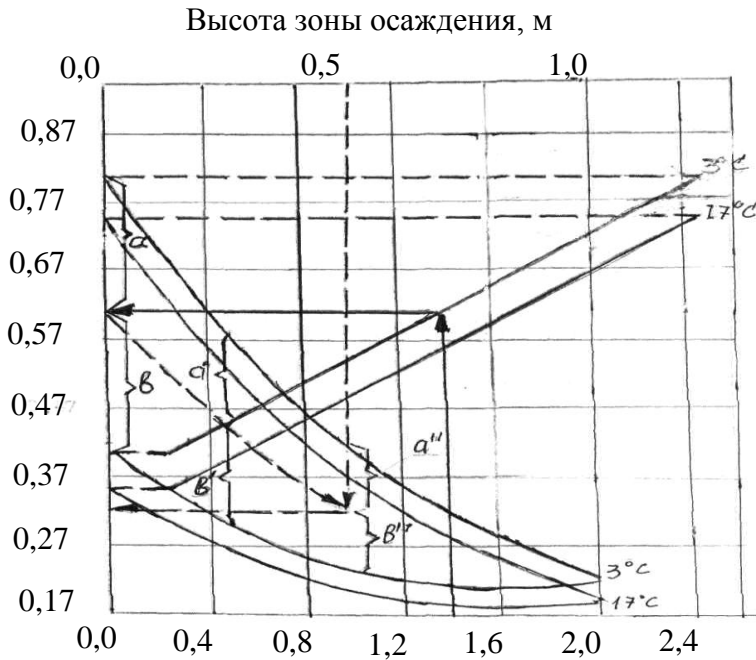


Рис. 1 - Номограмма I для определения значения мутности воды по высоте вертикального отстойника в зависимости от мутности исходной воды и температуры

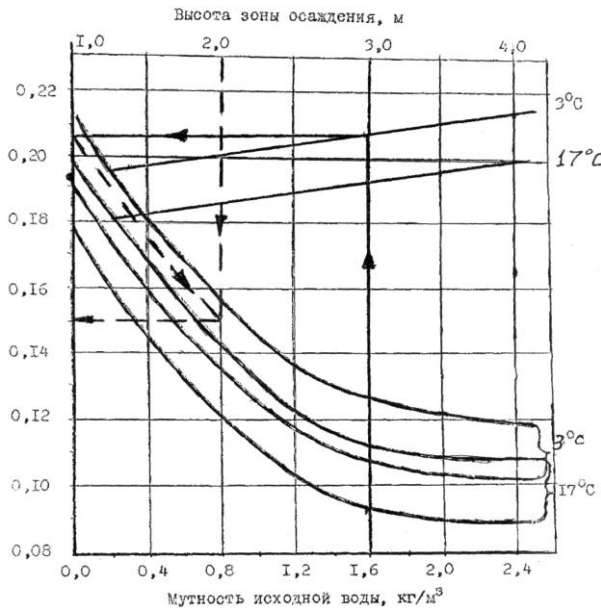


Рис. 2 - Номограмма II для определения значения мутности воды по высоте вертикального отстойника в зависимости от мутности исходной воды и температуры

Анализ номограмм показывает, что значительное осветление воды происходит на высоте зоны осаждения до 1 м. На этой высоте выпадают, по-видимому, наиболее крупные хлопья гидроокиси алюминия с сорбированными на их поверхности частицами взвеси. Более мелкие хлопья поднимаются вверх, но благодаря турбулентному воздействию потока и гравитационной коагуляции они укрупняются и осаждаются. Этот процесс в верхней части зоны осаждения идет менее интенсивно, чем в нижней, что может быть объяснено снижением концентрации взвешенных веществ в осветляемой воде. Этим же объясняется то, что на высоте зоны осаждения от 3 до 4 м мутность воды практически не изменяется.

С уменьшением мутности исходной воды и понижением температуры эффект осветления воды в отстойнике ухудшается так как образуются более мелкие и легкие хлопья, которые хуже осаждаются.

С увеличением мутности исходной воды эффект осветления улучшается, но остаточная мутность в осветленной воде увеличивается. Это имеет прямое сходство с работой вертикальных отстойников при скорости восходящего потока 0,0005-0,0006 м/с.

Следует отметить, что в зоне перехода потока от нисходящего в восходящий осаждается до 68-70% взвешенных веществ при мутности исходной воды 2,5кг/м³. С уменьшением мутности исходной воды уменьшается и процент осажденных взвешенных веществ в этой зоне.

Выводы. Получены математические зависимости и построены номограммы

позволяющие определить мутность осветляемой воды на любой высоте отстойника при скорости восходящего потока 0,001-0,0025 м/с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Таварткиладзе И.М., Кравчук А.М., Нечипор О.М. Математическая модель расчета вертикальных отстойников с перегородкой // Водоснабжение и санитарная техника. 2006 № 1, ч 2.
2. Ершов А.В. Исследование первичных вертикальных канализационных отстойников с нисходяще-восходящим движением жидкости: Автореф. дисс. канд. техн. наук.-М., 1979.
3. Яковлев С.В., Калищун В.И. Механическая очистка сточных вод. –М.: Стройиздат, 1972.
4. Токарь И.Я., Сухоруков Г.И., Сухоруков Д.Г. К расчету вертикальных отстойников водоочистных сооружений. // Науковий вісник будівництва – Х: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 59.
5. Нечипор О.М. Залежність ефекту відстоювання стічної рідини від умовної гідравлічної крупності завислих речовин // Водне господарство України. 2003. № 1-2.
6. Нечипор О.М. Лабораторні дослідження вертикальних відстійників з перегородкою // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науч.-техн. сб. – Київ: КНУБА, 2005. Вип. 4.
7. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – 2-е изд. перераб. и доп.-М.: Наука, 1976.
8. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Ленинград: Химия, 1975.