Действительно это так, поскольку при традиционном подходе для каждой ЧК I_j после ее доопределения образуется одна и та же эквивалентная ОБФ φ^{1}, содержащая все простые импликанты сокращенной ДНФ D_φ^{1}. Каждая ЧК выбирает из нее свои импликанты, отвечающие условию допустимости. Эти импликанты и образуют совместно D_φ^{1}. Для получения D_φ можно воспользоваться рассмотренными ранее алгоритмами, применяя их в отдельности к каждой из ЧК. Однако различные ЧК могут содержать одинаковые импликанты. Устранение этого достигается в алгоритме A_3, для чего заводится общий список Q^* импликант и к каждой ЧК применяется п. 2 алгоритма A_2. Дальнейшее улучшение достигается за счет рациональной организации генерации масок, А-проверок, процедур ведения списков и поиска по ним.

Для апробации результатов построена обучающая программная система (ПС), которая позволяет построить сокращенную ДНФ произвольной ЧБФ и ОБФ и обучить на их примере теоретическим основам метода. ПС разработана в рамках программы Минвуза РСФСР «Применение персональных ЭВМ в учебном процессе технических вузов» и написана на алгоритмическом языке «Паскаль».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Стахов А. П.* Введение в алгоритмическую теорию измерений.— М.: Сов. радио, [illegible].
2. *Стахов А. П.* Алгоритмическая теория измерения.— М.: Знание, 1979.— 64 с.
3. *Вишняков Ю. М.* [illegible] минимизации переключательных функций, заданных [illegible] Фибоначчи // Вопросы преобразования информации.— [illegible], 197[illegible].— С. 160—166.
4. *Поспелов Д. А.* [illegible] методы анализа и синтеза схем.— М.: Энергия, 1974.— 368 с.
5. *Вавилов Е. Н., Портной Г. П.* Синтез схем электронных цифровых машин.— М.: Сов. радио, 1963.— 439 с.
6. Дискретная [illegible] кибернетики / Под ред. С. В. Яблонского, О. Б. Лупанова.— М.: Наука, 1974.— 312 с.

Таганрогский радиотехн. ин-т 21 X 1988

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLIII, № 1, 1990, с. 31—36

ГИДРАВЛИКА

УДК 628.16.067.001.24

К. А. ДАВТЯН, В. С. САРКИСЯН, А. Ж. ЧИТЧЯН

ФИЛЬТРАЦИЯ СУСПЕНЗИЙ ЧЕРЕЗ ДВУХСЛОЙНЫЕ РАДИАЛЬНЫЕ ФИЛЬТРЫ

Приводится метод расчета [illegible] радиальных фильтров, используемых для очистки воды от [illegible] других [illegible]. В процессе фильтрации происходит кольматаж [illegible] пелестами. Полученные аналитические формулы позволяют определить концентрации взвеси в жидкой и твердой

фазах в любой точке фильтра для любого момента времени, а также продолжительность работы фильтра по предельно-допустимой концентрации.
Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Բերված է ջրերը օրգանական և այլ միացություններից մաքրող երկշերտ լվացվող ֆիլտրերի հաշվարկի մեթոդ: Կախված նյութեր պարունակող ջրերի ֆիլտրման ընթացքում տեղի է ունենում ծակոտիների մրցակցային խցանում: Ստացված վերլուծական կապերը հնարավորություն են տալիս որոշելու կախված նյութերի խտությունը ջրում և դրանց փուլերում. ֆիլտրի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ու նաև ֆիլտրի աշխատանքի տևողությունը ըստ սահմանային թույլատրելի խտության:

Приготовление питьевой воды на базе промышленного дистиллята, получаемого на испарителях морской воды, получило широкое распространение на объектах в аридных зонах и автономных условиях эксплуатации (г.г. Красноводск, Шевченко и др.). Получаемый дистиллят, как правило, содержит растворенные органические вещества и поэтому не может непосредственно использоваться для приготовления питьевой воды.

Исследования показали, что очистка промышленного дистиллята от растворенных органических соединений, взвешенных минеральных веществ и продуктов коррозии железа целесообразно проводить в двухслойных намывных сорбционных фильтрах (НСФ). Для этих целей на фильтрующий элемент (ФЭ) НСФ намывается основной слой из активного угля размерами фракции 40—80 *мкм*, после чего на этот слой намывается адсорбент более крупной фракции. Первый основной слой обеспечивает очистку растворенных соединений, а более крупной фракцией задерживаются взвешенные вещества. В качестве адсорбента для второго намывного слоя применялся как активный уголь, так и перлит. При фильтровании дистиллята взвешенные вещества кольматируют фильтр, что приводит к увеличению гидравлического сопротивления и уменьшению продолжительности фильтроцикла.

Для двухслойных фильтров вопросы кольматажа рассмотрены в работах [1, 2]. Кольматаж в процессе эксплуатации потгополонных скважин описывается системой дифференциальных уравнений — материального баланса и кинетики отложения взвеси. Уравнение кинетики принимается в линеаризованном виде за счет пренебрежения концентрацией в твердой фазе и тогда процесс кольматации протекает в две стадии. На первой стадии происходит предельное насыщение части материала фильтра, где наступает равновесие, а на второй — фронт предельного насыщения продвигается вдоль фильтра [1].

В работе [2] рассматриваются двухслойные каркасно-засыпные фильтры. Уравнение кинетики для первого слоя представлена в линеаризованном виде, а для второго слоя скорость кольматации считается нелинейной функцией от концентрации взвешенных частиц в жидкой и твердой фазах.

Рассмотрим очистку промышленного дистиллята на двухслойном намывном фильтре при постоянном расходе, принимая уравнение кинетики для обоих слоев в нелинейном виде. Необходимо определить изме-

нения концентрации взвеси в жидкой и твердой фазах в любой точке фильтра и продолжительность работы фильтра по предельно-допустимой концентрации. На рис. схематично показано сечение ФЭ с намывными слоями.

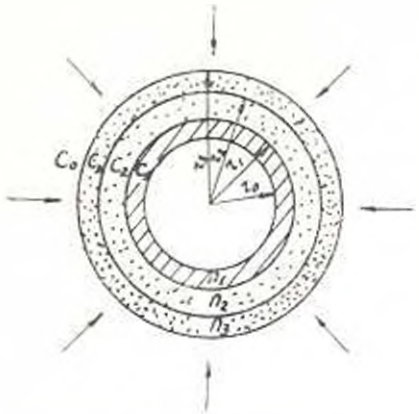

Рис. Схема ФЭ с намывными слоями.

Дифференциальные уравнения, описывающие процесс кольматажа, представляющие собой уравнения материального баланса и кинетики, имеют вид [1—3]

$$\frac{q}{2\pi lr}\cdot\frac{\partial c_i}{\partial r}+\frac{\partial b_i}{\partial t}+n_i\frac{\partial c_i}{\partial t}=0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial b_i}{\partial t}=\psi_i(N_i-b_i)c_i, \qquad i=\begin{cases}1, & r_0\leqslant r\leqslant r_1,\\ 2, & r_1\leqslant r\leqslant r_2,\\ 3, & r_2<r\leqslant r_3,\end{cases} \tag{2}$$

где q — расход воды, содержащей растворенные и взвешенные вещества, l — длина ФЭ, r — радиальная координата, $c_{1,2,3}$ — концентрации взвеси в жидкой фазе, $B_{1,2,3}$ — удельные объемы отложений взвеси в ФЭ и в намывных слоях, t — время, $n_{1,2,3}$ — начальные пористости соответственно для ФЭ и намывных слоев, $\psi_{1,2,3}$ и $N_{1,2,3}$ — константа скорости и кольматации, предельное значение удельного объема отложений взвеси в ФЭ и в намывных слоях, r_0 и r_1 — внутренний и внешний радиусы ФЭ, r_2 — радиус границы между намывными слоями, r_3 — радиус наружной поверхности второго слоя.

Вводя новую переменную [1]

$$\tau=t-\frac{\pi l n_i}{q}(r_i^2-r^2), \tag{3}$$

уравнения (1)—(2) принимают вид

$$\frac{q}{2\pi lr}\cdot\frac{\partial c_i}{\partial r}+\frac{\partial b_i}{\partial \tau}=0, \tag{4}$$

$$\frac{\partial b_i}{\partial \tau} = \gamma_i (N_i - b_i) c_i. \qquad (5)$$

В процессе фильтрования ФЭ не кольматируются $B_1(r, \tau) = 0$ и коэффициент проницаемости ФЭ не меняется, а проницаемости намывных слоев меняются по координате и во времени. Проницаемость ФЭ существенно больше, чем у намывных слоев. Рассмотрим решение уравнений (4)—(5) для следующих краевых условий:

$$c_i(r, 0) = b_i(r, 0) = 0; \quad c_i(r_3, \tau) = c_0; \quad c_i(r_2, \tau) = c_i(r_2, \tau), \qquad (6)$$

где c_0 — начальная концентрация взвеси в жидкости.

Решая систему (4)—(5) при условиях (6), получаем следующие расчетные формулы:

для ФЭ ($i = 1$) —

$$c_1(r, \tau) = c_2(r_2, \tau), \quad b_1(r, \tau) = 0; \qquad (7)$$

для первого намывного слоя ($i = 2$) —

$$c_2(r, \tau) = c_0(r_3, \tau)\frac{A^a}{A^a + B - 1}, \qquad a = \frac{\gamma_2}{\gamma_3}, \qquad (8)$$

$$b_2 = N_2(A^a - 1)/(A^a + B - 1), \qquad (9)$$

где

$$A = \frac{\exp(\gamma_3 c_0 \tau) - 1 + \exp\left|\pi l \gamma_3 N_3 (r_3^2 - r_2^2) q\right|}{\exp\left|\pi l \gamma_3 N_3 (r_3^2 - r_2^2) q\right|},$$

$$B = \exp\left|\pi l \gamma_3 N_3 (r_2^2 - r^2) q\right|;$$

для второго намывного слоя ($i = 3$) —

$$c_3(r, \tau) = \frac{c_0 \exp(\gamma_3 c_0 \tau)}{\exp(\gamma_3 c_0 \tau) + \exp\left|\pi l \gamma_3 N_3 (r_3^2 - r^2) q\right| - 1}, \qquad (10)$$

$$b_3(r, \tau) = \frac{N_3 \exp(\gamma_3 c_0 \tau) - 1}{\exp(\gamma_3 c_0 \tau) + \exp\left|\pi l \gamma_3 N_3 (r_3^2 - r^2)/q\right| - 1}. \qquad (11)$$

Для вычисления c и b по (7)—(12) необходимо знать параметры $N_{2,3}$, $\gamma_{2,3}$, которые могут быть определены, используя данные экспериментальных исследований. С этой целью проведем опыт, когда на ФЭ намыт только один слой из материала второго слоя (т. к. при двух намытых слоях невозможно брать пробу на границе между слоями). Допустим, что известны концентрации c_{31} и c_{32} в моменты времени τ_1 и τ_2. Подставляя c_{31}, τ_1 и c_{32}, τ_2 в уравнение (10) при $r = r_2$ и решая полученную систему относительно γ_3 и N_3, получаем

$$\gamma_3 = \frac{1}{c_0(\tau_2 - \tau_1)} \ln \frac{c_{32}(c_0 - c_{31})}{c_{31}(c_0 - c_{32})}, \qquad (12)$$

$$N_3 = \frac{q}{\pi l \gamma_3 (r_3^2 - r_2^2)} \ln \left| 1 + \frac{c_0 - c_{31}}{c_{31}} \exp(c_0 \gamma_3 \tau_1) \right|. \qquad (13)$$

Таким же образом можно определить параметры γ_2 и N_2, когда намыт только основной слой. Величины γ_2 и N_2 можно определить также и по данным опыта, когда намыты оба слоя при известных N_3 и γ_3. Для этих целей уравнение (8) запишем в следующем виде:

$$\exp\left[\pi l \gamma_2 N_2 (r_2^2 - r^2)\, q\right] - 1 = \frac{c_3(r_2, \tau) - c_2}{c_2} \cdot A', \qquad (14)$$

где $c_3(r_2, \tau)$ определяется по (10) при $r = r_2$ и $\tau = \tau_1$ (или $\tau = \tau_2$). При известных концентрациях c_{21} и c_{22} на выходе фильтра, соответствующих моментам времени τ_1 и τ_2, из уравнения (14) при $r = r_1$ можно найти

$$\gamma_2 = \frac{\tau_2}{\ln \dfrac{A(\tau_2)}{A(\tau_1)}} \ln \frac{c_{22}\left[c_3(r_2, \tau_1) - c_{21}\right]}{c_{21}\left[c_3(r_2, \tau_2) - c_{22}\right]}, \qquad (15)$$

$$N_2 = \frac{q}{\pi l \gamma_2 (r_2^2 - r_1^2)} \ln \left| 1 + \left(\frac{c_3(r_2, \tau_1) - c_{21}}{c_{21}} \right) A^*(\tau_1) \right|. \qquad (16)$$

Продолжительность работы фильтра по предельно-допустимой концентрации определяется по (7), принимая $c_1 = c_g$ и $r = r_0$.

Пример. Допустим жидкость фильтруется через ФЭ с двумя намытыми слоями: первый слой состоит из активного угля марки АГ-3 фракции 40—80 *мкм*, второй — из перлита фракции 160—200 *мкм*. Внутренний и внешний радиусы ФЭ равны $r_0 = 0{,}019$ *м* и $r_3 = 0{,}025$ *м*, а радиусы первого и второго намывных слоев: $r_2 = 0{,}027$ *м* и $r_3 = 0{,}030$ *м*. Пористости первого и второго слоев составляют $n_2 = 0{,}36$, $n_3 = 0{,}42$. Начальная концентрация взвешенных веществ в фильтруемой жидкости равно $c_0 = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$. Допустимая концентрация равна $c_g = 0{,}45 \cdot 10^{-4}$, а длина ФЭ $l = 1$ *м*. Расход жидкости составляет $q = 4{,}44 \cdot 10^{-4}$ *м³/с*. Выходные концентрации, определенные для двух моментов $t_1 = 43{,}2 \cdot 10^3$ *с*, $t_2 = 46{,}8 \cdot 10^3$ *с* времени, составляют: в случае однослойного фильтра — $c_{21} = 0{,}04 \cdot 10^{-4}$, $c_{22} = 0{,}05 \cdot 10^{-4}$, а в случе двухслойного фильтра — $c_{31} = 0{,}09 \cdot 10^{-4}$, $c_{32} = 0{,}11 \cdot 10^{-4}$. Необходимо определить гидрохимические параметры $\gamma_{2,3}$, $N_{2,3}$, а также продолжительность работы фильтра.

Данные c_{21} и c_{22} необходимы для определения гидрохимических параметров γ_2 и N_2, а c_{31} и c_{32} — для определения γ_3 и N_3. Сначала по формулам (12)—(13) и (3) находим значения параметров $\gamma_3 = 40$ c^{-1} и $N_3 = 0{,}11$. Затем по формулам (15)—(16), (3) и (10) определяем $\gamma_2 = 51$ c^{-1} и $N_2 = 0{,}09$. Продолжительность фильтрования определяется по (7)—(8) и (3) при $c_1 = c_g$ и $r = r_0$ и составляет $t = 119{,}7 \cdot 10^3$ *с*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Веригин Н. Н., Коммукар Г. М., Хабиров А. С.* Кольматаж фильтров и прифильтровых зон поглощающих скважин. Вопросы гидротехники и мелиорации в условиях Узбекистана // Тр. ТИИИМСХ.— 1976.— Вып. 82.— С. 129—137.

2. *Хабаров Р. С., Коммунар Г. М., Косян Ю. Г.* Математическая модель процесса доочистки сточных вод на каркасно-засыпных фильтрах // Химия и технология воды.— 1983.— Т. 5, № 5.— С. 395—398.

3. *Вершич Н. Н., Дангян К. Г.* Кольматаж радиальных фильтров с активированного угля // Механическая и биологическая очистка сточных вод и обработка осадков предприятий агропромышленного комплекса: Тр. / ВНИИ ВОДГЕО.— М., 1986.— С. 121—123.

Арм НИИВОДГЕО

15.IV.1988

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLIII, № 1, 1990, с. 36—38

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.01:81.822.6:62—752

Г. Г. ШЕКЯН, Г. О. САРГСЯН

НАДЕЖНОСТЬ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН КАК ФУНКЦИЯ ОТ УРОВНЯ СОБСТВЕННЫХ ВИБРАЦИЙ

Рассмотрены вопросы вибропатичности электрических машин малой мощности и показано, что эксплуатационная надежность подшипниковых узлов этих машин обусловлена динамическими перегрузками при их работе. На основании проведенного исследования предложена методика расчета надежности подшипниковых узлов этих машин с учетом уровня спектральных составляющих динамических сил, вызванных собственными вибрациями.

Библиография: 7 назв.

Դիտարկված են փոքր հզորության էլեկտրական մեքենաների վիբրոակտիվության հարցերը և ցույց է տրված, որ նրանց առանցքակալային հանգույցների շահագործման հուսալիությունը պայմանավորված է աշխատանքի ժամանակ առաջացած դինամիկ բեռնվածքներից։ Կատարված հետազոտության հիման վրա առաջարկված է մեքենաների առանցքակալային հանգույցների հուսալիության հաշվարկման մեթոդիկա, որտեղ հաշվի է առնված մեքենայի սեփական տատանումներից առաջացած դինամիկ ուժերի սպեկտրալ բաղադրիչների մակարդակը։

Анализ результатов подконтрольной эксплуатации электрических машин (ЭМ) показывает, что надежность подшипникового узла резко отличается от расчетного. Это — в первую очередь обусловлено тем, что в расчетных методиках не отражены реальные динамические перегрузки подшипниковых узлов, возникающие при работе машины.

Отказы подшипниковых узлов ЭМ малой мощности при обеспечении условия смазывания происходят по причине усталостного разрушения [1] и распределяются по закону Вейбулла [2]

$$P(t) = \exp\left\{-\left(\frac{t}{6.84\,t_n}\right)^{1.67}\right\}, \qquad (1)$$

где t, t_n — требуемая и номинальная (расчетная) долговечности, ч.