

кон 0,09—0,12 мм, плотностью 0,11—0,13 г/см³. Дополнительный фильтр ставится с напорной стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. П а н к р а т о в а Е.А. Использование рыбозащитных сооружений на водозаборах в СССР и за рубежом // ЦНИИинформации и технико-экономических исследований министерства рыбного хозяйства СССР.— М., 1975. — Сер. 8. Вып. 1. — 50 с. 2. П а в л о в Д.С., П а х о р у к о в А.Н. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. — М., 1973. — 209 с.

УДК 628.112.24

В.В.ИВАШЕЧКИН, А.Н.КОНДРАТОВИЧ,
Д.А.ПРОКОПЧУК, канд. техн. наук (БПИ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО СПОСОБА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФИЛЬТР И ПРИФИЛЬТРОВУЮ ЗОНУ СКВАЖИН

Эксперименты проводились на стенде, состоящем из прозрачной емкости с высокоскоростной фотографической регистрацией. В центре емкости находилась модель фильтра скважины, верхняя часть которого выполнялась из толстостенного оргстекла, а нижняя — из перфорированной трубы, обтянутой полиэтиленфильтром. Кроме этого, перфорированная часть стеклянной трубы засыпалась крупнозернистым песком с размером частиц 1,5—3 мм. Быстрое химическое превращение водородно-кислородной смеси инициировалось спиралью накаливания в верхней части цилиндрической камеры с внутренним и наружным диаметрами, равными 45 и 95 мм, и высотой 130 мм. Полезный объем камеры составлял 180 см³. Последняя размещалась в модели фильтра так, что газовый пузырь при своем максимальном расширении не достигал границы песчаной засыпки.

Скоростная съемка процесса движения на границе газ—вода при расширении и схлопывании продуктов быстрого химического превращения осуществлялась посредством скоростной камеры СКС-1М-16 со скоростью протяжки пленки 2000 кд/с. На рис. 1 представлены фотограммы процесса пульсаций парогазового пузыря для двух исходных объемов газовой смеси $V_{г} = 0,5V_{к}$ (а) и $V_{г} = V_{к}$ (б) в масштабе 1:5.

По фотограммам установлено, что граница раздела газ—вода не успевает сместиться до момента, пока быстрое химическое превращение газовой смеси не произойдет во всем объеме.

Определены скорости (рис. 1, а): 1) движения границы газ—вода в камере

Определены скорости (рис.1,а) : 1) движения границы газ—вода в камере $V_{к} = 17,3$ м/с; 2) перемещения пузыря за пределами камеры $V_{п} = 8$ м/с ; 3) обратного перемещения пузыря в камеру при схлопывании, $V_{с} = 14$ м/с. равная потенциальной энергии в момент достижения максимального объема V_{max} . При заполнении камеры $V_{г3} = V_{к}$ и $V_{г} = 0,5V_{к}$ максимальный объем пузыря составил 692 см³ и 344 см³. Начальная энергия парогазового пузыря рассчитывалась по [1] :

Восемь последних строк на странице 41 следует читать так:

Определены скорости (рис. 1, а) : 1) движения границы газ—вода в камере $V_k = 17,3$ м/с; 2) перемещения пузыря за пределами камеры $V_n = 8$ м/с; 3) обратного перемещения пузыря в камеру при схлопывании $V_c = 14$ м/с.

По фотограммам определялась энергия пульсаций газового пузыря, равная потенциальной энергии в момент достижения максимального объема V_{max} . При заполнении камеры $V_r = V_k$ и $V_r = 0,5V_k$ максимальный объем пузыря составил 692 см³ и 344 см³. Начальная энергия парогазового пузыря рассчитывалась по [1] :

a

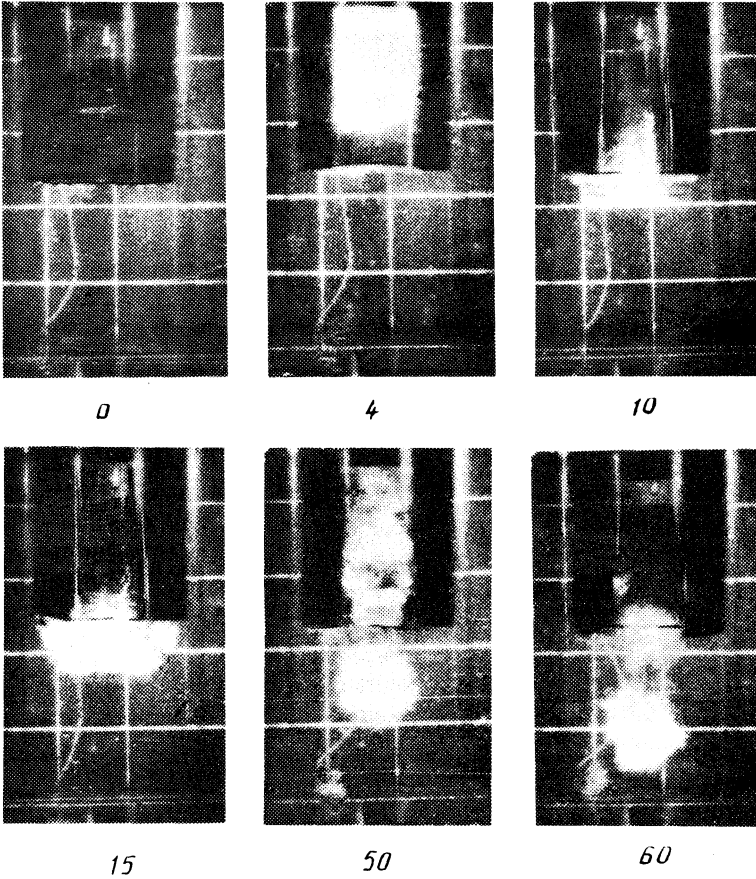


Рис. 1. Фотограммы процесса пульсаций парогазового пузыря (частота съемки 2000кадр/с, а) $V_{\Gamma} = 90 \text{ см}^3$;

$$E = \frac{p_{\text{в}} V_0}{K - 1},$$

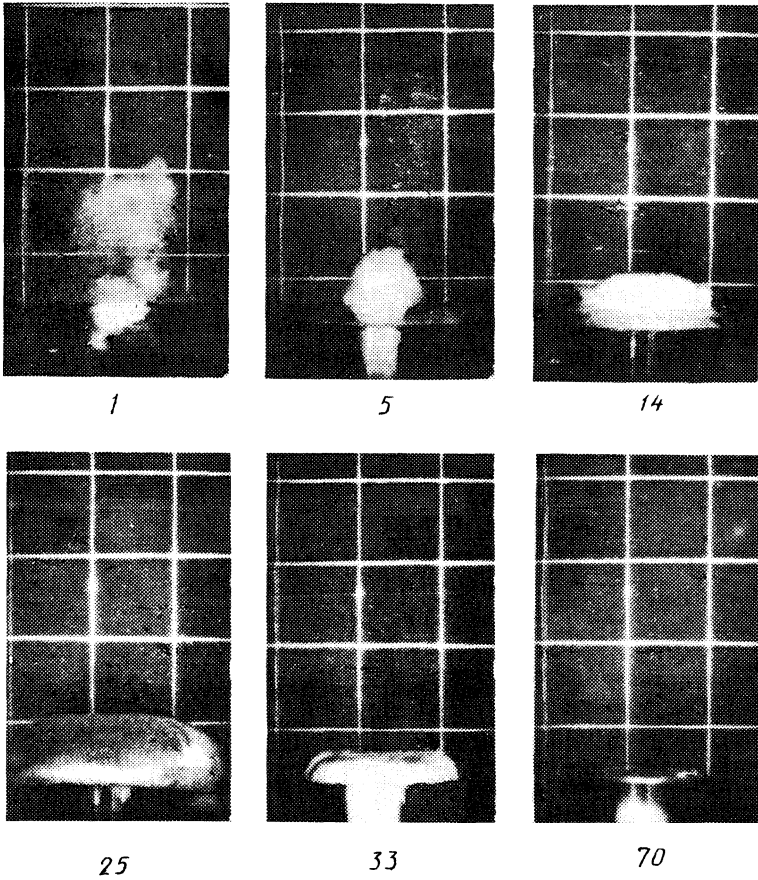
$p_{\text{в}}$ — давление в рабочей камере: $p_{\text{в}} = 10 p_0 \approx 10^6$ Па; K — коэффициент адиабаты продуктов реакции: $K = 1,17$; V_0 — начальный объем парогазового пузыря: $V_0 = V_{\Gamma}$.

Энергия пульсаций определялась по формуле

$$E_n = p_0 (V_{\text{max}} - V_0).$$

Доля энергии, превращенной в энергию пульсаций, для половины и полной камеры составила 5 %.

d



масштаб изображения 1:5). Нумерация кадров от момента начала процесса расширения:

$$б) V_{\Gamma} = 180 \text{ см}^3$$

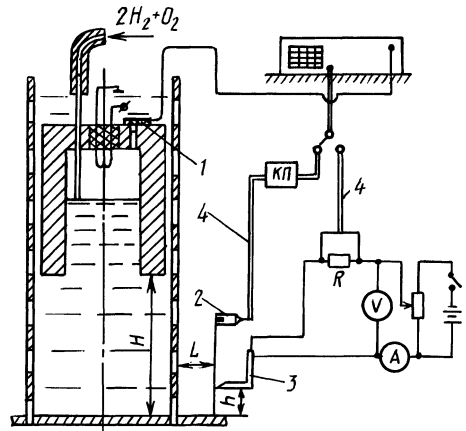


Рис. 2. Схема измерительного стенда:
1 — запускающий пьезодатчик; 2 — регистрирующий пьезодатчик; 3 — электрохимический датчик скорости; 4 — экранированные кабели

Амплитудные параметры пульсаций давления и скорости изучались на стенде, который представляет собой призматический резервуар размером 400 x 400 x 500 мм с расположенной в центре перфорированной капроновой трубой диаметром 100 мм и дополнительной водоприемной поверхностью из полиэтиленфилтра толщиной 3 мм. Соосно модели филтра устанавливался перфорированный цилиндр из оргстекла, обтянутый полиэтиленфилтром.

В зазор засыпался песок крупностью 2,5 мм. На поверхность накладывалось кольцо с дополнительным грузом для исключения разжижения песка при создании импульсов давления, которые генерировались в рабочей камере.

Изучение волн сжатия и разрежения осуществлялось пьезокерамическими датчиками давления диаметром 1,5 мм. Они предварительно тарировались методом "скачка" давления. Чувствительность их составила 5В на 1 МПа давления. Работали они в комплекте с катодным повторителем и осциллографом С8-13.

Для определения параметров фильтрационного потока в прифилтровой зоне использовался электрохимический метод измерения скорости, который предусматривает замену воды водным раствором электролита, в качестве которого использовался однонормальный раствор ферро-феррицианида ($K_3Fe(CN)_6 - 8,64$ г/л, $K_4Fe(CN)_6 - 10,24$ г/л) [2].

Рабочее напряжение на датчике поддерживалось равным 0,7 В. Электрохимический датчик вводился в грунт прифилтровой зоны и подключался через сопротивление 1 КОМ к осциллографу С 8-13.

Схема установки датчиков показана на рис. 2.

Крепление датчиков позволяло перемещать их как в вертикальном, так и горизонтальном направлении.

Результаты измерений амплитуды I и II пика давления A_I и A_{II} , амплитуды фазы разряжения A_p , скорости филтрации V_{ϕ} по высоте и глубине прифилтровой зоны приведены на рис. 3.

На диаграммах 1—3 приведены характеристики волн давления в прифилтровой зоне при незащемленном положении филтра (за стенкой филтра — вода). Датчик перемещался в створе, лежащем на расстоянии $L = 2$ см. Диаграммы 4—6 построены для того же створа при четырех степенях заполнения камеры газовой смесью (0,25; 0,5; 0,75; 1) V_K .

Диаграмма 7 характеризует затухание давления по глубине прифилтровой зоны на расстоянии $H = 6$ см от дна филтра, а 8 — изменение скорости филтрации в двух створах, отстоящих от стенки филтра на L , равном 0,5 и 4 см.

Каждая из диаграмм давления 1—3 имеет максимум, находящийся в зоне нижнего обреза рабочей камеры, что указывает на затухание давления по мере удаления от пульсирующего пузыря. В то же время из данных экспериментов следует, что расстояние от обреза камеры до дна филтра практически не оказывает влияния на параметры волн давления в прифилтровой зоне, что подтверждено для двух объемов газовой смеси $V_{\Gamma} = 1/4 V_K$ и $1/2 V_K$.

Из диаграмм давления 4—6 следует, что с увеличением степени заполнения рабочей камеры газовой смесью в пределах $V_{\Gamma} = 0,25 V_K \dots V_{\Gamma} = V_K$, A_I в зоне выхлопа возрастает в 10—11 раз, A_p — в 4—5 раз, а A_{II} снижается в 4—4,5 раза.

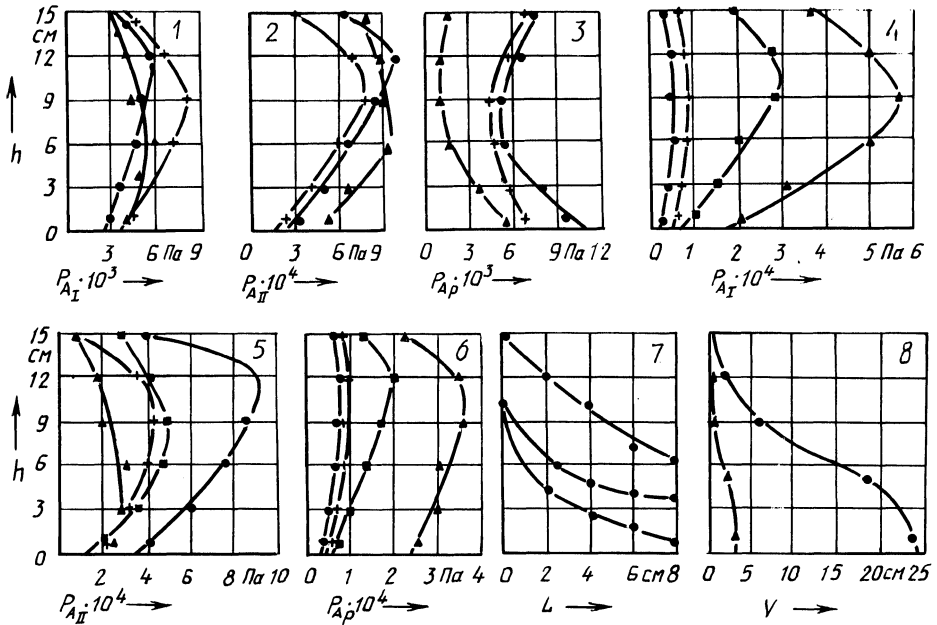


Рис. 3. Диаграммы пульсаций давления и скорости фильтрации в прифильтовой зоне:
 1-3: $V_F = 45 \text{ см}^3$; \cdot - $H = 12 \text{ см}$; $+$ - $H = 9 \text{ см}$; Δ - $H = 6 \text{ см}$; 4-6: $H = 12 \text{ см}$; \circ - $V_F = 45 \text{ см}^3$; $+$ - $V_F = 90 \text{ см}^3$; \blacksquare - $V_F = 135 \text{ см}^3$; \blacktriangle - $V_F = 180 \text{ см}^3$; 7: $V_F = 90 \text{ см}^3$; $H = 12 \text{ см}$; $h = 6 \text{ см}$; 8: $V_F = 45 \text{ см}^3$; $H = 9 \text{ см}$; \cdot - $L = 0,5 \text{ см}$; Δ - $L = 4 \text{ см}$

Причем изменения амплитуд давления незначительны в диапазоне 1/4-1/2 объема камеры.

Из диаграммы 7 видно, что все амплитудные характеристики волн давления затухают по экспоненциальным кривым с увеличением расстояния.

Из диаграммы 8 следует, что скорость фильтрации принимает максимальные значения в центральной части обрабатываемого участка фильтра и существенно затухает по мере удаления от него.

На диаграмме скорости показаны значения максимальной скорости фильтрации, которая определялась непосредственно по осциллограммам с использованием тарировочного графика.

Расчет акустического КПД производился по [1]:

$$\frac{W_{\text{АК}}}{E} = \frac{S \int_0^{\infty} \frac{(p - p_0)^2}{\rho c_0} dt}{\frac{\rho_B V_0}{K - 1}},$$

где W_{AK} — поток энергии, излучающийся через поверхность; p — давление в волне сжатия на расстоянии r от датчика давления; ρc_0 — волновое сопротивление среды; S — площадь поверхности.

W_{AK} определялся после расшифровки осциллограмм давления через поверхность цилиндра радиусом $r = 7$ см и высотой $H = 12$ см.

Акустический КПД составил 0,2 %, что обусловлено низкой скоростью расширения пузыря.

В результате скоростной фоторегистрации процессов пульсации парогазового пузыря выявлена качественная картина пульсаций продуктов быстрого химического превращения водородно-кислородной газовой смеси в полузамкнутой камере.

Доля энергии, превращенная в энергию пульсаций, для объемов 45–180 дм³ составила около 5 %. Столь низкий КПД обусловлен значительной удельной поверхностью малых объемов смеси, поэтому при очистке фильтров следует использовать несколько литров газовой смеси.

При регенерации фильтров скважин следует обеспечивать полное заполнение рабочей камеры газовой смесью, так как амплитудные характеристики импульсов давления и скорости в этом случае максимальны, а характер распределения давления по высоте обрабатываемого участка наилучший.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде. — М., 1971. — 154 с. 2. Гешев П.И., Черник А.И. Частотные характеристики электродиффузионных датчиков скорости // ПМТФ, 1979. — № 4. — С. 8–82.

УДК 556.536

В.П.РОГУНОВИЧ, канд. техн. наук (ЦНИИКИВР)

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРИВЕДЕННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ НЕОДНОРОДНЫХ ГРАНИЦ ВОДОТОКОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ

Анализ методов определения пропускной способности водотоков сложной формы сечения [1] показал, что в настоящее время неоднородность шероховатости границ учитывается коэффициентами шероховатости русел и пойм. При проектировании и эксплуатации сложных систем водотоков рассчитывается их водный режим. В связи с этим необходимо определить пропускную способность водотоков сложной формы сечения с неоднородной шероховатостью границ и, следовательно, приведенный коэффициент шероховатости.

Для определения приведенного коэффициента шероховатости принята гипотеза, использованная при разработке методики расчета поля продольных скоростей в руслах сложной формы сечения [2]. Получена удовлетворительная оценка погрешностей вычислений [3].

Предполагается, что средние скорости потоков в сечениях произвольной формы и прямоугольном равны, если равны гидравлические радиусы R , уклоны и средние скорости V_z и V_y гипотетически плоских по вертикали и горизонтали (рис. 1) потоков.