

УДК 626.823.45

**РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ВОДЫ В ОТСТОЙНИКАХ ПРИ ДОБЫЧЕ
РОССЫПНОГО ЗОЛОТА**

Белослудцев И.А., аспирант гр. ОПа-221, III курс
 Научный руководитель: Бобровникова А.А., к.х.н., доцент
 Кузбасский государственный технический университет
 имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Для организации технического водоснабжения промприбора предусматривается строительство очистных сооружений (отстойников) и дамб различного назначения.

Для осветления воды до концентрации удовлетворяющей техническим условиям промывки песков строится отстойник, ёмкость отстойника рассчитывается на полусуточный запас и делится на две части для увеличения длины пути осветления потока. Расчет основных параметров отстойника производится исходя из того, что время отстоя частиц (0,005-0,001) до зумпфа станции обратного водоснабжения должно быть больше или равно времени, в течение которого частица осядет на дно водоотстойника.

Расчет параметров отстойника производится не в самых выгодных случаях, когда потери воды будут максимальные.

Для промприбора, обрабатывающего среднепромывистую россыпь, необходимо определить вместимость очистных сооружений для системы обратного водоснабжения [1 - 3].

Работа промывочного прибора осуществляется по замкнутому циклу водоснабжения. В качестве примера приведен расчет потерь воды для наиболее неблагоприятных условий в отстойнике № 1 р. Ортон (максимальный). Взята фактическая вместимость отстойника [4]. Объемы отстойников р. Ортон представлены в табл. 1.

Таблица 1

Фактическая вместимость отстойника

№ отстойника	Средняя ширина по низу, м	Средняя ширина по верху, м	Средняя длина, м	Площадь водной поверхности m^2	Средняя глубина наполнения, м	Объем отстойника, m^3
	L_1	L_2	L_3	S	h	V_f
1	135	155	170	17400	2	49300
2	85	100	140	12950	2	25900
3	60	66	140	8820	2	17640

В процессе работы промывочных приборов и функционирования отстойников происходят следующие потери и поступления воды для использования в технологических целях.

- $Q_{\text{исп.}}$ – потери воды на испарение с поверхности отстойника;
- $Q_{\text{ф.}}$ – потери воды на инфильтрацию (фильтрация через дно и борта отстойников) из технологических отстойников;
- $Q_{\text{отв.}}$ – потери воды в гале-эфельных отвалах;
- $Q_{\text{отс.}}$ – расход воды на первичное заполнение отстойника;
- $Q_{\text{атм.}}$ – поступление воды в разрез и отстойник за счет атмосферных осадков;
- $Q_{\text{поз.в.}}$ – поступление воды в разрез и отстойник за счет подземных вод;
- Q – количество излишней или необходимой для восполнения воды [2].

Расчет потерь воды на испарение с поверхности отстойника

Испарение с водной поверхности отстойника с достаточным приближением определяется по формуле:

$$Q_{\text{исп}} = \frac{E_0 * W * 10^{-3}}{T}, \quad (1)$$

где:

E_0 – испарение с водной поверхности системы водопользования промприбора за безлеставный период, мм;

W – площадь водной поверхности, наибольшего отстойника (№ 5) системы водопользования промприбора, 17400 м²;

T – период ведения горных работ, час (365 дней).

$$E_0 = E_{20} * K_n * K_{\text{защ.}} * \beta, \quad (2)$$

где:

E_{20} – средняя многолетняя величина испарения за безлеставный период с бассейна площадью 20 м², - 500 мм;

K_n – поправочный коэффициент на глубину водоёма (1,0);

$K_{\text{защ.}}$ – поправочный коэффициент на защищенность водоёма (0,96);

β – поправочный коэффициент на площадь водоёма, имеющего длину разгона воздушного потока (1,03);

$$E_0 = 500 * 1,0 * 0,96 * 1,03 = 494,4 (\text{мм})$$

$$Q_{\text{исп.}} = (494,4 * 17400 * 10^{-3}) / (365 * 24) = 0,982 \text{ м}^3/\text{час} = 8,602 \text{ тыс. м}^3/\text{год}.$$

Потери воды на фильтрацию из технологических отстойников

Потери воды из системы водоснабжения, связанные с фильтрацией через гидротехнические сооружения, дно и стенки отстойника определяются по формуле:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ф.1}} + Q_{\text{ф.2}} = \frac{K^1 (H^2 - h^2) * L}{t^1 * 2l} + \frac{K (W_1 + 0.5 W_2)}{t}, \quad (3)$$

где:

$Q_{\phi.1}$ – расход воды, теряемый из системы за счет фильтрации через тело водоудерживающей плотины отстойника;

$Q_{\phi.2}$ – расход воды, теряемый из системы за счет фильтрации через дно и стенки отстойника;

K, K^1 – коэффициенты фильтрации пород (супесь, песок с глиной);

W_1 – площадь дна отстойника;

W_2 – площадь поперечного сечения потока, фильтрующегося через борта отстойника (очистные сооружения расположенные в выработанном пространстве);

H, h – глубины водоема (отстойника), соответственно, со стороны верхнего и нижнего бьефов;

L – общая длина водоудерживающей плотины;

l – длина пути фильтрационного потока через тело плотины;

t^1 – время, час.

Величина $Q_{\phi.2}$ исключается из расчета, так как отстойники расположены в зоне влияния водоносного горизонта.

Величина $Q_{\phi.1}$ исключается из расчета, так как отстойники расположены в отработанном пространстве, и строительство водоудерживающей дамбы не предусматривается.

Таким образом, $Q_{\phi}=0$ тыс. м³/сезон.

Потери воды в гале-эфельных отвалах

Потери воды, связанные с заполнением порового пространства (увлажнение) в гале-эфельных отвалах определяются:

$$Q_{\text{отв.}} = \frac{V_{\text{э}}\beta_2 + V_{\text{г}}\beta_2}{T}, \quad (4)$$

где:

$V_{\text{э}}$ – суточный объем эфелей, складированных в отвал, м³ = 672 м³ (60% по гранулометрической характеристике песков);

$V_{\text{г}}$ – суточный объем гали, складированный в отвал, м³ = 448 м³ (40% по гранулометрической характеристике песков);

$\beta_1 = 0,04, \beta_2 = 0,01$ – коэффициенты остаточной влажности соответственно эфелей и гали;

T – продолжительность работы промприбора в сутки = 20 ч.

$$Q_{\text{отв.}} = (672 \times 0,04 + 448 \times 0,01)/20 = 1,568 \text{ м}^3/\text{ч}; = 6,586 \text{ тыс. м}^3/\text{сезон.}$$

Расчет поступления воды в разрез и отстойник за счет атмосферных осадков

Приток воды в систему водоснабжения за счет атмосферных осадков определяется по формуле:

$$Q_{\text{атм}} = \frac{h_o(\varphi * S_o + W) * 10^{-3}}{T}, \quad (5)$$

где:

h_o – слой осадков год, 800 мм (в среднем для данной местности – 700-800 мм, для расчетов принято наибольшее значение)

φ – сборный коэффициент поверхностного стока, = 0,7;

S_o – площадь водосбора системы водопользования, ограниченная русло отводными и нагорными канавами = 5095 м²;

W – площадь поверхности отстойника №1, = 17400 м²;

T – период ведения горных работ, = 365 дней.

$Q_{\text{атм}} = (386 \times (0,7 \times 5095 + 17400) \times 10^{-3}) / 210 = 38,538 \text{ м}^3/\text{сут} = 9,650 \text{ тыс. м}^3/\text{сезон}.$

Расчет притока за счет подземных вод

Ожидаемый приток подземных вод в систему определяется по формуле:

$$Q_{\text{подз.в.}} = \frac{K * H^2 * L_k}{t^1 * 2 * L_r}, \quad (6)$$

где:

K – коэффициент фильтрации горных пород, = 0,75 м/сут;

H – мощность водоносного горизонта = 2 м;

L_k – длина обводненного контура, на котором происходит приток воды, 200 м;

L_r – длина влияния горных выработок, 15 м [5];

t^1 – время = 24ч.

$Q_{\text{подз.в.}} = (0,75 \times 2^2 \times 200) / (24 \times 2 \times 15) = 0,8 \text{ м}^3/\text{час} = 7,300 \text{ тыс. м}^3/\text{сезон}.$

Расчет расхода воды на первичное заполнение отстойника

Расчётный объём отстойника оборотного водоснабжения № 1 составляет $W = 49300 \text{ м}^3$, потери воды на первичное заполнение отстойника составят:

$Q_{\text{отс}} - 49,300 \text{ тыс. м}^3$ [2].

Расчет по водохозяйственному балансу

Водохозяйственный баланс в годовом цикле представлен следующей формулой:

$$Q = (Q_{\text{атм}} + Q_{\text{подз.в.}} + Q_{\text{отс}}) - (Q_{\text{исп.}} + Q_{\text{ф.}} + Q_{\text{отв}} + Q_{\text{отс.}}). \quad (7)$$

Подставляя полученные значения в формулу, определяем сезонное количество излишней или необходимой для восполнения свежей воды на технологические нужды [4]. Сводный водохозяйственный баланс представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Сводный водохозяйственный баланс

Показатели		тыс. м ³ / сезон
Потери воды при испарении с поверхности отстойника	$Q_{исп}$	8,602
Потери воды на фильтрацию из технологических отстойников	$Q_{ф}$	0
Потери воды в гале - эфельных отвалах	$Q_{отв.}$	6,586
Поступления воды в разрез отстойник за счет атмосферных осадков	$Q_{атм.}$	9,650
Приток за счет подземных вод	$Q_{подз.в}$	7,300
Расход воды на первичное заполнение отстойника	$Q_{отс.}$	49,300

Годовой водохозяйственный баланс составит:

$$Q = (9,650 + 7,300 + 49,300) - (8,602 + 0 + 6,586 + 49,300) = 4186,6 \text{ тыс. м}^3$$

Исходя из расчетов, можно сделать вывод о том, что дополнительные укрепления дна отстойника и канав не требуются, потому как объемы поступления воды превышают потери. Дополнительной подачи воды из основного русла реки для покрытия потерь из системы оборотного водоснабжения так же не требуется. Излишки воды можно использовать для пылеподавления в карьере, полива автодорог и локальных нужд рабочих.

Список литературы:

1. Белослудцев И.А. Роль отстойников при разработке месторождений россыпного золота. – Текст: электронный // Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая», 18-21 апреля 2023 г., г. Кемерово. – Кемерово, 2023. URL: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2023/RM23/pages/Articles/010601.pdf> (дата обращения: 21.03.2024).
2. Личаев, В.Г., Сеновская Л.Н., Чикин Ю.М. Руководство по выбору и проектированию систем водоснабжения, водоотведения и способом водоподготовки при разработке россыпных месторождений / Иркутск: Изд-во Иркут.ун-та, 1990. – 159 с.
3. Практическое пособие по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» при обосновании инвестиций в строительство предприятий зданий и сооружений к СП 11-101-95 – М.: ГП ЦЕНТРИНВЕСТпроект, 1998. – 31 с.
4. Белослудцев И.А. Расчет объемов отстойников воды при разработке месторождений россыпного золота. – Текст: электронный // Сборник

материалов XII международной научно-практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве», 26 апреля 2023 г., г. Междуреченск. – Междуреченск, 2023. URL: https://kuzstu.su/dmdocuments/INPK/12INPK_Sbornic-2023/index.htm (дата обращения: 21.03.2024).

5. Симановский, М.А. Оценка гидрогеологических условий площадки строительства: методические указания / А. М. Симановский, В. А. Челнокова; СПбГАСУ. – СПб., 2017. – 91 с.