



WATER EXCHANGE MODE IN SWIMMING POOLS WITH RETURN WATER SUPPLY SYSTEM

Mirzobakhrom Karimovich Negmatov

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Construction and Installation of Engineering
Communications, Namangan Civil Engineering Institute
(Namangan, Republic of Uzbekistan)

Kurbonova Oyshakhon Bakhodir kizi

Master's student of the Department "Construction and installation of engineering communications" of
the Namangan Civil Engineering Institute (Namangan, Republic of Uzbekistan)

Zhuraev Khurshidbek Abdurakhmanovich

Lecturer of the Department of Construction and Installation of Engineering Communications,
Namangan Civil Engineering Institute (Namangan, Republic of Uzbekistan)

РЕЖИМ ВОДООБМЕНА В ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНАХ С СИСТЕМОЙ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Мирзобахром Каримович Негматов

кандидат технических наук, доцент кафедры “Строительство и монтаж инженерных
коммуникаций” Наманганского инженерно-строительного института (Наманган, Республика
Узбекистан)

Курбонова Ойшахон Баходир кизи

магистрант кафедры “Строительство и монтаж инженерных коммуникаций”
Наманганского инженерно-строительного института (Наманган, Республика Узбекистан)

Жураев Хуршидбек Абдурахманович

преподаватель кафедры “Строительство и монтаж инженерных коммуникаций”
Наманганского инженерно-строительного института (Наманган, Республика Узбекистан)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы расчета основных параметров водного режима плавательного бассейна, с учетом значений которых производят подбор оборудования и установок, а также коммуникаций водораспределительной сети.

Ключевые слова: плавательный бассейн, водоподготовка, обратное водоснабжение, намывной фильтр, патронный фильтрующий элемент, схема водообмена, циркуляционный расход воды, восполнение потерь, водный режим.



В настоящее время в Республике Узбекистан увеличивается строительство искусственных плавательных бассейнов. Прежде всего, это связано с ростом популярности здорового образа жизни. Большое количество их построено в городах, в зонах отдыха, на стадионах, в жилых микрорайонах. Они часто входят в состав комплексов санаториев и домов отдыха.

Искусственный плавательный бассейн представляет собой комплекс сооружений и устройств, функционально связанных между собой и обеспечивающих необходимый установленный технологический режим. В комплекс бассейна входят: ванна бассейна, являющаяся основным сооружением и определяющая тип и назначение бассейна; станция водоподготовки, обеспечивающая очистку, обеззараживание, подогрев и подачу воды в ванну; вспомогательные помещения и площадки для посетителей, спортсменов, зрителей, а также санитарно-техническое и специальное оборудование, обслуживающее посетителей и создающее необходимый технологический режим. [1.с. 98-99].

Под словом бассейн, часто подразумевают ванну, как основное сооружение.

Самое широкое распространение получила циркуляционная (с системой оборотного водоснабжения) система водообмена, включающая очистку, обеззараживание и подогрев воды. В процессе циркуляционного водообмена происходит непрерывная дезинфекция и очистка воды. Для восполнения потерь воды из ванны, возникающих в процессе эксплуатации, а также для снижения концентрации растворенных и дисперсных загрязнений, вносимых в ванну, предусматривается непрерывная или периодическая подача свежей очищенной воды. Во избежание бактериального загрязнения источника водоснабжения водой из бассейна подача воды при наличии и подпитке ванны должна производиться с разрывом струи.

В Наманганском инженерно-строительном институте проведены исследования эффективности намывного фильтра при очистке воды плавательного бассейна на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис.1. Фильтр состоит из вертикального цилиндрического корпуса диаметром -150 мм, высотой-650 мм. с коническим дном, выполненного из органического стекла. Внутри корпуса помещен патронный фильтрующий элемент диаметром-50 мм, высотой-290 мм и поверхностью фильтрования- $s=0,0455 \text{ м}^2$ [2.с-11133]. Отличительной особенностью фильтра является то, что он снабжен устройством для измерения оптической плотности жидкости и распределителем сигналов, электрически связанными между собой [3.с.1].

К основным параметрам водного режима ванны относятся: расход циркуляционной очищенной воды $Q_{ц}$, обеспечивающий функционирование оборотной системы водообмена и расход воды $Q_{дон}$, восполняющий потери, возникающие во время эксплуатации ванны бассейна.

Качество циркуляционной очищенной воды, которую необходимо подавать в ванну во время её эксплуатации, должно соответствовать, предъявляемым к ней высоким требованиям. При этом высокое качество воды должно наблюдаться в любом месте отбора проб воды на анализы.

На вопрос о том, какое количество очищенной воды необходимо подавать в ванну бассейна, не всегда отвечают правильно, так как на определение оптимального циркуляционного расхода влияют многие факторы. Некоторые авторы основным фактором, определяющим количество воды, необходимое для подачи в ванну при оборотной схеме водообмена, считают период (время) полного обновления всей массы воды, находящейся в ванне [4.с.41-42]. Таким образом, если задаться периодом полного водообмена T , час. то зная V_v , м^3 , циркуляционный расход $Q_{ц}$, $\text{м}^3/\text{час}$. определяют по формуле:

$$Q_{ц} = V_v / T \quad (1)$$

Период полного водообмена часто принимают без расчета, например, [5] рекомендуют принимать его равным 8-12 час. для спортивных бассейнов и 6-8 час. для детских, а технические условия для оздоровительных бассейнов [6] предлагают принимать 6 час. и для детских от одного до трёх час. (в зависимости от возраста детей). За рубежом период полного водообмена тоже часто принимают без расчета, в пределах 6-20 часов [7]. Однако в таких рекомендациях совершенно не раскрывается сущность циркуляционного расхода воды, не учитываются особенности и режимы эксплуатации ванн бассейнов различного назначения, необходимые условия гидравлического смешения и качество воды, поступающей в ванну и на очистку. Циркуляционный расход влияет не только на качество воды в ванне, но и на расход электроэнергии, а следовательно, на все эксплуатационные и капитальные затраты.

В некоторых странах для определения циркуляционного расхода, а следовательно, и расчета технологического оборудования, принимают не период полного водообмена, а удельный расход воды, подаваемой в ванну, на одного купающегося. Но и эти рекомендации очень разноречивы.

Очевидно, пользуясь этими рекомендациями, можно допустить ошибки при проектировании установок и оборудования и не достичь необходимого высокого качества воды в ванне бассейна.

В действительности, исследованиями, выполненными российским ученым проф. В.С. Кедровым,



было установлено, что оптимальный циркуляционный расход воды $Q_{ц}$, м³/час, должен определяться тремя условиями: режимом эксплуатации, эффектом гидравлического смешения и водным режимом с учетом качества обработки воды.

1. Из условия режима эксплуатации была получена следующая формула:

$$Q'_{ц} = \frac{FN_{\tau}}{fV_{B}\Delta t m} \ln \frac{\kappa_{ц} - \kappa_0}{\kappa_{ц} - \kappa_6} \quad (2)$$

где F – площадь поверхности воды в ванне, м²; N – число купающихся в сутки; τ – время работы бассейна в сутки, час; f – площадь водной поверхности, приходящая на 1 чел., м²; V_B – вместимость ванны бассейна, м³; Δt – время, в течение которого качество воды в ванне улучшается до требований стандарта (2-3 час); m – показатель неравномерности пребывания посетителей в ванне бассейна ($m = N_{max}/N_{cp}$); $\kappa_{ц}$, κ_0 , κ_6 – показатели, характеризующие качество воды.

Показатель качества воды κ – отношение фактической концентрации (C_b , C_c или C_b) к допустимой по норме концентрации C_n (по остаточному хлору) или обратное отношение (по цветности и взвешенным веществам).

Как видно из формулы (2), количество воды, необходимое для циркуляции в ванне в период эксплуатации, зависит от многих факторов, в том числе от показателя качества воды, впускаемой в ванну после её обработки $\kappa_{ц}$, показателей качества воды в ванне до циркуляции κ_0 и по истечении времени Δt – κ_6 . Оценку качества воды можно производить по концентрации C обеззараживающего реагента (остаточного хлора), взвешенным веществам или цветности воды.

2. Из условия гидравлического режима, обеспечивающего полное и надежное смешение поступающей воды с водой ванны бассейна, формула для определения циркуляционного расхода имеет вид:

$$Q''_{ц} = \frac{209V_B d_0 K}{b^2 + 6,9d_0 b} \quad (3)$$

где d_0 – диаметр впускных циркуляционных отверстий, расположенных в продольных стенах в шахматном порядке (по сортаменту = 0,025; 0,05 м.); K – коэффициент скорости: 0,9; 1,1; 1,6 и 1,8 при скорости истечения из впускных отверстий, равной соответственно 0,8; 1,0; 1,5 и 2,0 м/сек.; b – величина, м., равная для малых ванн ширине ванны B , для больших ванн (при $B > 15$ м) $b = (0,5 - 0,75)B$.

3. Из условия водного режима с учетом качества воды (по исследованиям известного русского ученого Г. Г. Рудзкого) циркуляционный расход можно определить по формулам:

для спортивных и демонстрационных бассейнов

$$Q'''_{ц} = \frac{V_B \Pi_0^{0,23} v_{\phi}^{0,11} P^{0,12}}{18,43} = \frac{V_B}{T} \quad (4)$$

для оздоровительных бассейнов

$$Q'''_{ц} = \frac{V_B \Pi_0^{0,1} v_{\phi}^{0,16} P^{0,17}}{13,6} = \frac{V_B}{T} \quad (5)$$

где Π_0 – цветность воды из источника водоснабжения, град; v_{ϕ} – средняя расчетная скорость фильтрации, равная для напорных фильтров 25-30 м/час, для скоростных 6-12 м/час.; P – загрязненность ванны в сутки, принимается равной 0,1-2 чел/м³.

Эти формулы характеризуют и качество воды, добавляемой в ванну; при этом доказано, что период полного водообмена в ванне T зависит также от продолжительности первичной обработки вновь залитой в ванну воды и может быть определен по номограммам, приведенным в [6].

Расчетным оптимальным циркуляционным расходом воды для данной ванны бассейна следует принимать наибольшее значение $Q_{ц}$ из определенных по формулам (3)-(5) значений $Q'_{ц}$, $Q''_{ц}$ и $Q'''_{ц}$. С учетом пропуска этого наибольшего расхода воды производят подбор оборудования и установок, предназначенных для обработки воды в оборотной системе водообмена и, в частности, циркуляционных насосов, фильтров, хлораторов, бактерицидных и других установок, а также коммуникаций распределительной сети.

Для ориентировочных расчетов циркуляционный расход $Q_{ц}$, для ванны бассейна можно определить по следующим упрощенным формулам:

$$Q_{ц} = q_{ц} n_n \quad (6)$$

$$Q_{ц} = 6,5 F n_n / f V_B \quad (7)$$



где q_u – удельный расход циркуляционной воды, $m^3/чел.$, равный для малых бассейнов $q_u=1,1-1,5 m^3/чел.$, для больших $q_u=0,6-1,1 m^3/чел.$; n_n число посетителей ванны в 1 час (для расчета оборудования принимается максимально допустимая пропускная способность ванны); F – площадь зеркала воды в ванне, m^2 ; f – норма площади воды, $m^2/чел.$; V_e – количество воды в ванне (емкость), m^3 .

Потери воды в процессе эксплуатации возникают в результате выплескивания ее в переливные желоба и на поверхность обходных дорожек ванны, а также из-за испарения и «уноса» ее купающимися.

Потери воды при испарении с открытой водной поверхности ванны зависят от состояния окружающего воздуха, от его влажности и скорости перемещения слоев воздуха над поверхностью воды.

Количество воды $Q_{исп}$, $m^3/час$, теряемое при испарении, определяют по формуле:

$$Q_{исп} = 1,38Fq_0 \cdot 10^{-6} \quad (8)$$

где F – площадь поверхности, m^2 ; q_0 – среднемесячное количество испаряющейся воды, л, определяемое по формуле:

$$q_0 = K_e \Delta (15 + 3v_{возд}) \quad (9)$$

Здесь K_e – коэффициент, зависящий от дефицита влажности воздуха (при $\Delta > 15K_e = 0,5$, при $\Delta < 15K_e = 1$); Δ – среднемесячный дефицит влажности воздуха, %; $v_{возд}$ – среднемесячная скорость движения воздуха, м/с.

Потери воды на выплескивание $Q_{вып}$ и особенно на сброс в переливные желоба составляет 3-5% емкости ванны бассейна в 1 час. При схеме водоотведения из переливных желобов в оборотную систему водообмена потери воды на выплескивание составляют значительную меньшую величину – около 3% емкости ванны за весь период дневной эксплуатации τ , час. Выплескивание воды из ванны на поверхность обходных дорожек составляет не более 0,6 % емкости ванны. Общие потери на выплескивание воды можно определить по формуле:

$$Q_{вып} = 0,036V_e/\tau \quad (10)$$

Потери воды вследствие уноса ее на теле и на купальных костюмах Q_k составляют от 0,15 до 0,6 литров на одного посетителя, т.е.

$$Q_k = \frac{0,15 \div 0,6N}{\tau \cdot 1000} \quad (11)$$

где N – пропускная способность ванны (число купающихся за период работы), чел./сут.; τ – период работы бассейна в течение суток, час.

Общие потери воды $Q_{пот}$ представляют собой сумму величин

$$Q_{пот} = Q_{исп} + Q_{вып} + Q_k \quad (12)$$

что составляет около 4–5 % емкости ванны за дневной период работы бассейна, следовательно, в ванну ежедневно нужно добавлять

$$Q_{доп} = Q_{пот} \quad (13)$$

Эту воду добавляют в ванну из источника, пропустив её через очистные сооружения и водонагреватель, СНиП рекомендуют добавлять свежей воды в количестве 10 процентов емкости ванны в сутки.

Кроме упомянутых потерь, вода безвозвратно расходуется на собственные нужды технологического водопровода (промывка фильтров, мытьё полов, поливка территории и т.п.). Расход воды на собственные нужды

$$Q_{сб} = 0,06F_\phi J \tau_{пр} n K_3 \quad (14)$$

где F_ϕ – площадь фильтрующей поверхности фильтров, m^2 ; J – интенсивность промывки, л · (сек · m^2); n – число промывки в сутки; K_3 – коэффициент запаса на неучтенные расходы воды.

Однако при расчете водного режима ванны этот расход воды на собственные нужды учитывать не следует. Эта вода может храниться в специальном резервуаре или быть забрана из водоисточника.

Расчет трубопроводов, предназначенных для наполнения ванны бассейна, производится в зависимости от мощности водоисточника, емкости ванны и требуемой продолжительности ее наполнения.

Число патрубков (отверстий) для наполнения можно определять по формуле



$$n_n = \frac{354V_B}{d_n^2} v_n t_n \quad (15)$$

где V_B – вместимость ванны, m^3 ; d_n – внутренний диаметр патрубков (отверстий), мм; v_n – скорость движения воды в трубке (отверстий), принимаемая не более 3 м/с; t_n – продолжительность наполнения ванны, час.

Определенные удобства при санитарной обработке дна и стен ванны создают устройства, из которых вода поступает в ванну в виде каскада, образуя незатопленный водослив. Каскад можно устроить по всей длине торцевой стены мелкой части ванны, используя желоб, встроенный в бортовой элемент ванны.

Для наполнения водой ванн бассейнов оздоровительного и лечебного назначения возможно применить устройство в виде фонтана, используя аэрацию, как метод, улучшающий качество воды.

Наиболее часто наполнение ванны водой производят, используя устройства для подачи и распределения циркуляционного расхода воды, обеспечивающие водообмен в ванне схеме оборотного водоснабжения. Наполнение ванны водой осуществляется по трубопроводам системы с использованием циркуляционных впускных отверстий, которые рассчитываются из условий создания оптимального режима водообмена и циркуляции воды в ванне бассейна.

Список литературы

1. Negmatov M.K., Kurbanova O.B., Tukhtabaev A.A. Water purification of artificial swimming pools // Novateur Publication India's International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology [IJERT] ISSN: 2394-3696, Website: www.ijert.org, 15th June, 2020]. Pp 98-103.
2. Negmatov M.K., Zhuraev K.A., Yuldashev M.A. Treatment of Sewage Water of Electrical Production on Recycled Filters // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology [IJARSET] ISSN: 2350-0328. Vol. 6, Issue 10, October 2019. Pp. 11132-11135
3. А.С. 1579532. МКИ В 01/Д 24/46, 37/04./Патронный фильтр для очистки жидкости/ Рудзский Г.Г., Гусаковский В.Б., Ким А.Н., Негматов М.К./Ленингр. инж.-строит. ин-тут. Заявл. 23.07. 90. Бюл. № 27; -3 с.
4. Кедров В.С., Рудзский Г.Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. М.: Стройиздат, 2002.-184 с.
5. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий. –М.: Стройиздат, 1986.
6. СанПИН РУз. № 0306-12 Санитарные правила и нормы по проектированию, устройству и эксплуатации плавательных бассейнов. Ташкент, 2012.
7. Гиззатова Г. Л., Щитов Д. В.и др. Стабильность и гигиеническая оценка ряда органических соединений при обработке воды в бассейнах модифицированным смешанным реагентом / Инженерно-строительный вестник Прикаспия. Научно-технический журнал, Астрахань, 2014, - №1 (7).-С. 71-75.
8. Соатов У.А., Негматов М.К. Некоторые рекомендации по гранулометрическому составу загрузки фильтров плавательных бассейнов с системой оборотного водоснабжения/Новые технологии – основной фактор экономического прогресса. В материалах Республиканской научно-практической конференции. Наманган. 2013.
9. Негматов М.К., Атамов А.А., Буриев Э.С. Автоматика систем водоснабжения и контрольно-измерительные приборы. Учебное пособие/-Ташкент: изд. "Тафаккур Бустони", 2017.-368 с. (на узбекском языке).
10. ТОЛКАЧЕВА, С. Е., ЗАЙЦЕВ, С. В., НЕГМАТОВ, М. К., & РОМАНЕНКО, В. А. (1993). Патронный фильтр для очистки жидкости.
11. НЕГМАТОВ, М. К., КЕРОВ, В. А., ЗАЙЦЕВ, С. В., & СЛАВИНСКИЙ, А. С. (1990). Фильтр для очистки жидкости.
12. РУДЗСКИЙ, Г. Г., КИМ, А. Н., ГУСАКОВСКИЙ, В. Б., & НЕГМАТОВ, М. К. (1990). Патронный фильтр для очистки жидкости.