

Рис. 7. Изменение напряжений в наружном слое цементно-песчаного раствора на протяжении июля месяца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вычислительный эксперимент показал, что разработанную математическую модель можно использовать при выполнении вариантных расчетов, связанных с выбором эффективных защитно-отделочных покрытий при проектировании новых ограждающих конструкций и проведении ремонтных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Макарова Н.А. Сравнительная оценка стойкости фактурных отделок в районах с суровым климатом // Совершенствование технологии изготовления конструкции методом строительства транспортных зданий: Сб. научн. тр. ЦНИИС. – М., 1984. – С. 28-40.
- Таратута В.Д. Долговечность каменных конструкций памятников архитектуры в послереставрационный период. автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 1984. – 24 с.
- Никитин В.И., Ракецкий В.М., Лапко А., Прусел И.А. Имитация тепло- и влагопереноса в теплоизоляционных материалах // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – 2001. – №2(8). – С. 56-60.
- Кофанов В.А., Никитин В.И. Поля влагосодержания и напряжений в увлажненной цилиндрической стенке при изотермической сушке // Вестник БГТУ. – 2004. – №1(25): Строительство и архитектура. – С. 122-125.
- Климат Бреста / под ред. Ц.А. Швер, И.А. Савиковского. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 159 с.
- Jans M. Methods of measuring the moisture diffusivity at high moisture levels. Report TVBM – 3076, Division of Building Materials, Lund Institute of Technology (in Swedish), 1997, 73 p.
- Künzel H.M. Simultaneous heat and moisture transport in building components. One- and two-dimensional calculation using simple parameters // IRB Verlag Stuttgart, – 1995. – 66 s.
- Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: Стройиздат. – 1973. – 287 с.
- СНБ 2.04.01-97. Строительная теплотехника. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1998. – 32 с.
- Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости: Пер. с англ. /Под ред. Г.С. Шапиро. – 2-е изд. – М.: Наука. 1979, 560 с.
- Опекунов В.В. Конструктивно-изоляционные бетоны. – Киев: "Академперіодика", 2002. – 270 с.
- Руководство по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий / НИИСФ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1984. – 168 с.
- Кофанов В.А., Никитин В.И. Влияние теплотехнических параметров на поля температуры, влажности и напряжений в материале ограждающей конструкции // Вестник БГТУ. – 2004. – №2(26): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология.
- Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов (к СНиП 2.03.01- 84). Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1984.
- Никитин В.И., Таратута В.Д. Оценка долговечности отделочных слоев при реставрации каменных памятников архитектуры // Работоспособность композиционных строительных материалов в условиях воздействия различных эксплуатационных факторов: Меж.-вуз. сб. КХТИ. – Казань, 1985. – С. 38-40.

УДК 628.14.04

Лис И.П., Гуринович А.Д.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ВОДОЗАБОРНОЙ СКВАЖИНЫ

Водозаборная скважина является основным элементом скважинного водозабора системы водоснабжения, и от качества ее проектирования и строительства зависит работа водозабора в целом. Выбор конструкции скважины во многом определяет последующие нарушения в ее работе и надежность работы всей системы снабжения водой того или иного объекта.

Как показывает практика эксплуатации водозаборных скважин, в системе проектирования существует ряд недостатков:

1. Существующая система планирования и управления изыс-

каниями, проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений по добыче и использованию подземных вод не обеспечивает эффективной организации, высокого качества работ, повышения производительности труда и сдерживает широкое внедрение новой техники и технологии.

2. Экономические показатели не направлены на повышение производительности труда и достижение конечного результата – получение требуемого количества воды при минимальных производственных затратах на сооружение и эксплуатацию водозаборных скважин.

Лис Ирина Петровна, экономист ПЧУП «Амбра», г. Минск.

Гуринович Анатолий Дмитриевич, профессор каф. «Экономика строительства» БНТУ, г. Минск.

Беларусь, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика

3. Нет плановости в подаче и прохождении заявок на водоснабжение, отсутствует рациональная схема планирования потребности в воде, плановые показатели формируются без проектной документации, без учета технических возможностей производства.
4. Разобщенность, ведомственность изыскательских, проектных и производственных организаций препятствуют проведению единой технической и экономической политики, затрудняют планирование строительства водозаборных скважин. Отсутствует единая система и методология проектирования. Обоснованность проектов, разработанных разными проектными организациями, их состав, входящие и выходящие результаты, формы значительно отличаются, проекты требуют доработки в производственных организациях (уточнение техники и технологии бурения в соответствии с имеющимся парком станков и освоением технологии бурения, пересчет смет, составления геолого-технического наряда). Связь между проектными и производственными организациями слабая, отсутствует авторский контроль за выполнением требований проектов, отдельные виды работ дублируются, значительное время требуется на многочисленные согласования, стоимость проектов возрастает.
5. Поступающая из производственных организаций геологическая информация слабо достоверна, однако она накапливается и служит базой для дальнейшего проектирования, что во все возрастающих масштабах снижает ее качество и достоверность. Сравнительный анализ проектов и паспортов сооруженных скважин показывает значительные расхождения по геолого-гидрогеологическим и технико-экономическим показателям.
6. Отсутствует достаточно надежные и современные методики расчетов, много времени тратится на рутинные операции, не проводятся оптимизационные расчеты с технико-экономическими обоснованиями.

Требуется коренная перестройка всего производственно-хозяйственного механизма управления, ликвидация лишних звеньев и функциональных связей, создание стройной системы планирования, проектирования, сооружения и эксплуатации подземных водозаборов.

Новое качественное состояние буровых работ на воду требует превращения проектной документации в важный элемент структуры хозяйственного механизма, являющийся основой планирования, финансирования и материально-технического снабжения производства. Смета – инструмент для оптимизации. Она предполагает множество вариантов работ. От выбора зависит конечная стоимость и эффективность работ. Здесь ценообразующими являются различные факторы: методы производства работ, применяемые материалы, изделия, сезонность выполняемых работ и т.д.

Необходимо повышение роли сметных расчетов на всех этапах инвестиционного процесса. Порядок определения стоимости строительства скважины первоначально должен включать разработку проекта, затем на его основе, исходя из сметной документации по проекту, должна определяться стоимость стройки, являющаяся основой заключения контракта на строительство объекта и выполняющая в этом качестве роль инструмента стимулирования поиска оптимальных решений, конкурентоспособности проектов. Стоимость предполагает не только капитальные вложения, но и расходы, связанные с дальнейшей эксплуатацией. Скважина, имеющая меньшую капитальную стоимость, может в эксплуатации обойтись гораздо дороже. Уже на этапе проектирования необходимы эти обоснования.

Обоснование конструкции является наиболее важным элементом проектирования скважины.

Для выбора оптимальной конструкции скважины предлагается методика в соответствии с блок-схемой, приведенной на рис. 1.

В первую очередь должны выполняться требования соответствующих технических нормативных правовых актов с учетом опыта сооружения и эксплуатации водозаборных скважин в районе размещения водозабора или в аналогичных условиях (сроки службы, сложности при эксплуатации, характер ремонтных работ и т.д.).

При выборе конструкции скважины определяющими факторами являются требуемая производительность и параметры водоносного пласта. Кроме этого, необходимо учитывать требования к эксплуатации скважины, требования к санитарной охране, а также возможность производства ремонтно-восстановительных работ при эксплуатации скважины.

Глубина скважины определяется условиями залегания намеченного к эксплуатации водоносного горизонта – мощности водовмещающей толщи. Начальный и конечный диаметры скважины зависят от типа насосного агрегата, конструкции водоприемной части скважины и способа бурения.

Выбор метода составления сметной документации (расчетов) определяется в каждом конкретном случае в зависимости от наличия исходных данных и действующих нормативных документов. Стоимость строительства определяется на основании действующих нормативно-справочных документов.

Обязательно должен производиться расчет стоимости скважины. Для этого задается целевая функция для каждого варианта:

$$Z = \sum K_{дi} \cdot \Delta_i + K \rightarrow \min \quad (1)$$

при условиях:

$$Q_{доп} \geq Q$$

$$S \leq S_{доп}$$

где Z – суммарные затраты за весь период эксплуатации, руб.;

$K_{дn}$ – коэффициент дисконтирования для n -го шага расчета;

Δ_n – эксплуатационные расходы для n -го года, руб.;

K – капитальные вложения, руб.;

$Q_{доп}$ – количество воды, которое возможно получить в данном месте, м³/час;

Q – требуемый дебит воды, м³/час;

$S_{доп}$ – допустимое понижение уровня воды;

S – понижение уровня воды.

$$K = K_B + K_{\Phi} + K_O + K_{ГЕОФ} \quad (2)$$

где K_B – стоимость эксплуатации машин, материалов и заработная плата при бурении скважин, руб.;

K_{Φ} – стоимость материалов и монтажа фильтров, руб.;

K_O – стоимость опытных откачек, руб.;

$K_{ГЕОФ}$ – стоимость затрат на геофизическое исследование, руб.

$$K_B = K_{БУР} + K_{КР.ТРУБ} + K_{ЦЕМЕН} \quad (3)$$

где $K_{БУР}$ – стоимость собственно бурения, руб.;

$K_{КР.ТРУБ}$ – стоимость крепления обсадных труб, руб.;

$K_{ЦЕМЕН}$ – стоимость цементации затрубного пространства, руб.;

$$K_{БУР} = \sum l_{ij} \cdot (\phi_{1j} \cdot \Pi_{1i} + \Pi_{2j}) \quad (4)$$

где l_{ij} – длины слоев в зависимости от вида грунта, м;

ϕ_{1j} – коэффициент к расценке бурения 1м скважины в зависимости от диаметра бурения;

Π_{1i} – стоимость (прямые затраты) бурения 1м скважины, руб.;

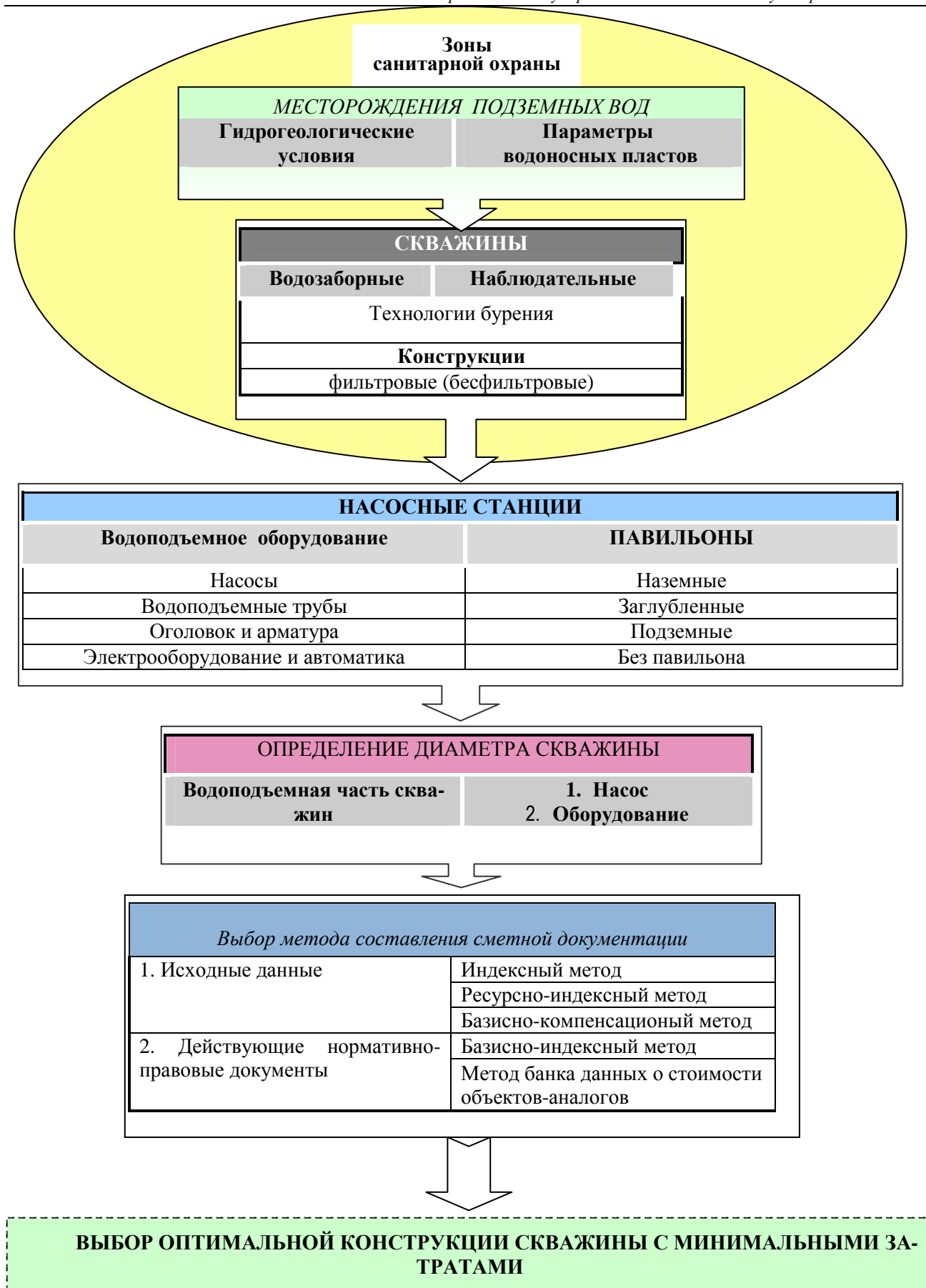


Рис. 1. Обоснование конструкции скважины.

Π_{2j} – стоимость 1м бурового долота, руб.;

$$K_{кр.труб} = \sum l_{10} \cdot (\varphi_2 \cdot \Pi_\varphi + \Pi_3), \quad (5)$$

где l_{10} – длина закрепляемой обсадной трубы, м;

φ_2 – коэффициент к расценке крепления 1м обсадной трубы в зависимости от диаметра трубы, м;

Π_φ – стоимость крепления 1м ствола скважины обсадной трубой, руб.;

Π_3 – стоимость 1м обсадной трубы, руб.;

$$K_{цемен} = \sum (\varphi_4 \cdot \Pi_6 + l_3 \cdot P_{цо} \cdot \Pi_{ц}), \quad (6)$$

где φ_4 – коэффициент к расценке цементации затрубного пространства колонны обсадных труб;

Π_6 – стоимость цементации затрубного пространства колонны обсадных труб, руб.;

где l_3 – длина участка цементации затрубного пространства, м;

$P_{цо}$ – расход цемента на 1м цементации затрубного пространства, т;

$\Pi_{ц}$ – стоимость 1т цемента, руб.

Таким образом, формулу (4) запишем в виде:

$$K_B = \sum l_{ij} \cdot (\varphi_{1j} \cdot \Pi_{1i} + \Pi_{2j}) + \sum l_{10} \cdot (\varphi_2 \cdot \Pi_\varphi + \Pi_3) + \sum (\varphi_4 \cdot \Pi_6 + l_3 \cdot P_{цо} \cdot \Pi_{ц}) \quad (7)$$

$$K_\Phi = K_{сф} + K_{сп.ф} + K_{пф}, \quad (8)$$

$K_{сф}$ – стоимость собственно фильтра, руб.;

$K_{сп.ф}$ – стоимость спуска фильтровых колонн, руб.;

$K_{пф}$ – стоимость подъема надфильтровых труб, руб.

$$K_{сф} = l_{40} \cdot \Pi_7, \quad (9)$$

где Π_7 – стоимость 1м фильтра, руб.;

l_{40} – длина фильтра, м.

$$K_{сп.ф} = l_{40} \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8, \quad (10)$$

где φ_5 – коэффициент к расценке спуска и подъема 1м фильтра;

Π_8 – стоимость спуска (подъема) 1м фильтровой колонны, руб.;

$$K_{пф} = (l_{скв} - l_{40}) \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8, \quad (11)$$

где Π_9 – стоимость подъема 1м надфильтровой колонны, руб.;

Таким образом, формула (8) принимает вид:

$$K_\Phi + l_{40} \cdot \Pi_7 + l_{40} \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8 + (l_{скв} - l_{40}) \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8. \quad (12)$$

Стоимость опытной откачки:

$$K_o = K_o' \cdot t_{от}, \quad (13)$$

где K_o' – стоимость суточной откачки, руб.;

$t_{от}$ – продолжительность откачки, сут.

Стоимость затрат на геофизическое исследование $K_{геоф}$ опустим, так как его влияние на стоимость капитальных затрат незначительно.

Тогда формулу (2) капитальных затрат можно записать в виде:

$$K = \sum l_{ij} \cdot (\varphi_{1j} \cdot \Pi_{1i} + \Pi_{2j}) + \sum l_{10} \cdot (\varphi_2 \cdot \Pi_\varphi + \Pi_3) + \sum (\varphi_4 \cdot \Pi_6 + l_3 \cdot P_{цо} \cdot \Pi_{ц}) + l_{40} \cdot \Pi_7 + l_{40} \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8 + (l_{скв} - l_{40}) \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8 + K_o' \cdot t_{от} \quad (14)$$

Эксплуатационные расходы запишем как:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_{3П} + \mathcal{E}_A + \mathcal{E}_P + \mathcal{E}_П, \quad (15)$$

где \mathcal{E}_3 – эксплуатационные расходы на электроэнергию, руб.;

$\mathcal{E}_{3П}$ – расходы, связанные с заработной платой административного и производственного персонала, руб.;

\mathcal{E}_A – амортизационные отчисления, руб.;

\mathcal{E}_P – эксплуатационные расходы, связанные с выполнением текущего ремонта, руб.;

$\mathcal{E}_П$ – прочие непредвиденные расходы, руб.

Затраты на электроэнергию можно определить как:

$$\mathcal{E}_3 = \Pi \cdot N \cdot t, \quad (16)$$

где Π – стоимость 1 кВт*ч активной электроэнергии, руб.;

N – потребляемая мощность механизма, кВт;

t – число работы механизма, сут.

Расходы, связанные с заработной платой обслуживающего персонала.

$$\mathcal{E}_{3П} = 1,4 \cdot \Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл}, \quad (17)$$

где 1,4 – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование работников и единые отчисления по чрезвычайному налогу и обязательным отчислениям в государственный фонд содействия занятости, обязательное страхование от несчастных случаев;

$\Phi_{3П}$ – годовой фонд заработной платы одного человека обслуживающего персонала, руб.;

$\mathcal{Ч}_{обсл}$ – численность обслуживающего персонала, чел.

$$\mathcal{E}_A = N_a \cdot K, \quad (18)$$

где N_a – норма амортизации, определяется как отношение к сроку эксплуатации. Нормативный срок эксплуатации водозаборной скважины составляет 30 лет. Следует отметить, что в западных странах нормативный срок службы составляет 50 лет.

$$\mathcal{E}_P = 0,01 \cdot K; \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_П = 0,06(\mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_{3П} + \mathcal{E}_P) = 0,06(\mathcal{E}_3 + 1,4\Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл} + 0,01K) \quad (20)$$

Тогда в соответствии с формулой (15)

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_3 + 1,4\Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл} + N_a \cdot K + 0,01K + 0,06(\mathcal{E}_3 + 1,4\Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл} + 0,01K) = 1,06\Pi \cdot N \cdot t + 1,484\Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл} + K \cdot (0,0106 + N_a) \quad (21)$$

Коэффициент дисконтирования определяется как

$$K_{д n} = \frac{1}{(1+r)^n}, \quad (22)$$

где r – ставка дисконта в долях единицы;

n – порядковый номер года.

Функция принимает вид:

$$\mathcal{Z} = \sum \frac{1}{(1+r)^n} (1,06\Pi \cdot N \cdot t + 1,484\Phi_{3П} \cdot \mathcal{Ч}_{обсл} + K \cdot (0,0106 + N_a)) + \sum l_{ij} \cdot (\varphi_{1j} \cdot \Pi_{1i} + \Pi_{2j}) + \sum l_{10} \cdot (\varphi_2 \cdot \Pi_\varphi + \Pi_3) + \sum (\varphi_4 \cdot \Pi_6 + l_3 \cdot P_{цо} \cdot \Pi_{ц}) + l_{40} \cdot \Pi_7 + l_{40} \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8 + (l_{скв} - l_{40}) \cdot \varphi_5 \cdot \Pi_8 + K_o' \cdot t_{от} \quad (23)$$

Имеет место функциональное ограничение:

$$S \leq S_{доп}, \quad (24)$$

где $S_{доп}$ – допустимое понижение уровня воды;

S – понижение уровня воды.

Тогда распишем значение S .

$$S = \frac{\Phi_C + \zeta_1 + \zeta_2}{2\pi \cdot K \cdot M} \cdot Q_C, \quad (25)$$

где S – понижение уровня воды в скважине;

ζ_1 – поправка на несовершенство скважины по степени вскрытия пласта;

ζ_2 – поправка на несовершенство скважины по характеру вскрытия пласта.

K – коэффициент фильтрации пласта, м/сут.

M – мощность пласта, м.

Q_C – требуемый дебит, м³/сут.

$$\Phi_C = \ln \frac{l_{crd}}{2\pi \cdot r_{crd}} + \frac{\pi \cdot R}{l_{cke}} = \ln \frac{l_{crd}}{\pi \cdot d_1} + \frac{\pi \cdot R}{l_{cke}}, \quad (26)$$

где R – радиус влияния скважины, м;

r_c – радиус скважины

$$R = 1,5\sqrt{a \cdot t}, \quad (27)$$

где a – коэффициент пьезопроводности пласта;

t – расчетное время эксплуатации скважины от включения ее в работу, сут.

Подставляя формулы (25-27) в формулу (24), получим

$$\frac{\ln \frac{l_{crd}}{\pi \cdot d_1} + \frac{1,5\pi \cdot \sqrt{a \cdot t}}{l_{cke}} + \zeta_1 + \zeta_2}{2\pi \cdot K \cdot M} \cdot Q_C \leq S_{доп}. \quad (28)$$

УДК 504.064.2(476)

Лис Л.С., Козловская Т.Н.

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КЛЮЧЕВЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема оценки экологического состояния территориальных единиц помимо методологических аспектов имеет важное практическое значение при анализе способов природопользования различных ведомств, при планировании мероприятий по охране окружающей среды территорий различного уровня. Предложенные в настоящее время методы оценки [1–3, 5] характеризуются широким набором используемых показателей, во многих случаях достаточно сложны в информационном обеспечении и реализации, некоторые из них предоставляют недостаточно объективные и противоречивые результаты. В этой связи в данной проблеме важно развитие таких подходов, которые бы сделали возможным получение комплексных количественных показателей, отражающих многообразие структуры и взаимосвязей (взаимодействий) в оцениваемом природно-территориальном комплексе.

Следует отметить, что проблема оценки состояния достаточно сложна и многовариантна, что обусловлено сложностью предмета оценки — территориального комплекса как социально-экономической системы, характеризующейся большим набором параметров разнообразной природы и размерности. Кроме того, недостаточен научно-теоретический багаж по выявлению взаимосвязей основных звеньев этой системы, обеспечивающий получение достоверных результатов их взаимодействия и взаимовлияния в процессах функционирования и развития.

В соответствии с требованиями СНБ разница в диаметрах труб должна быть не менее 50мм. Логично, что диаметр бурения будет не менее диаметра трубы. Поэтому функциональные ограничения можно записать в виде:

$$d_2 - d_1 \geq 50$$

$$d_B \geq d_2$$

где d_1, d_2, d_B – диаметры соответственно внутренней, наружной труб и долота для бурения.

Таким образом, разработана оптимизационная модель проектирования водозаборных скважин. Модель представляет собой однокритериальную задачу. Оптимизируемыми параметрами в данной постановке задачи являются диаметры труб, долота и глубина скважины. При этом потребитель не только должен получить обеспечение водными ресурсами, но и затратить минимум средств на строительство и эксплуатацию.

Для ее реализации можно использовать различные методы однокритериальной оптимизации, так же как и различные пакеты прикладных программ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация: Монография / А.Д. Гуринович. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 244с.
2. СНБ 8.03.104-2000 Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 4. Скважины

Лис Леонид Сергеевич, к.т.н., ст. научный сотрудник, ученый секретарь Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси.

Козловская Тамара Николаевна, младший научный сотрудник отдела научно-технической информации и зарубежных связей Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси.

Беларусь, ИПИПРЭ, 220114, г. Минск, Староборисовский тракт, 10.