

Проведенные компьютерные, лабораторные и натурные исследования дорожных резцов позволили сделать вывод о принципиальной возможности производства отечественных дорожных резцов в рамках импортозамещения.

Литература

1. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И. В. Качанов; под ред. Л. А. Исаевича. – Минск: Технопринт, 2012. – 327 с.
2. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцовой части / И. В. Качанов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 198 с.
3. Исследование технологических возможностей поперечного выдавливания методом конечных элементов / К. М. Иванов [и др.] // Металлообработка. – № 2, 2001. – С. 24–27.
4. Иванов. К. М. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: учеб, пособие / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. – СПб: Ин-т машиностроения, 2000. – 217 с.
5. Качанов, И. В. Моделирование процесса скоростного выдавливания биметаллических резцов для дорожных машин в среде программы DEFORM-3D / И. В. Качанов, А. А. Рубчяня, И. М. Шаталов. – Наука и техника. Международное научно-техническое журнал. Серия 1. Машиностроение. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 198–204.

УДК 628.112

Прогноз изменения характеристик водозабора подземных вод на основе его обследования

Крицкая В. И., Ивашечкин В. В., Кондратович А. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В этой работе рассмотрена усовершенствованная методика обследования отдельных элементов и сооружений водозабора подземных вод, которая позволяет оценить их текущее техническое состояние и сделать прогнозный расчет изменения производительности скважин на следующий период эксплуатации на основе решения уравнений динамического равновесия водозабора.

Натурное обследование водозаборов подземных вод проводится для уточнения и получения фактических параметров оборудования и сооружений водозабора, оптимизации режимов его работы с анализом их

дальнейшего изменения во времени с целью планирования ремонтно-восстановительных работ.

Для оценки текущего технического состояния отдельных элементов и сооружений водозабора подземных вод [1-2], прогноза изменения этого состояния во времени и расчета изменения производительности скважин водозабора на следующий период эксплуатации на основе решения уравнений динамического равновесия необходимо совершенствование методики их обследования.

Анализ фактического состояния скважин, остаточный срок службы

При эксплуатации водозаборной скважины с постоянным дебитом наблюдается снижение динамического уровня и удельного дебита, и как следствие, возрастание напора насоса. Для мониторинга уровней воды в скважинах на групповых водозаборах наряду с электроуровнемерами применяют пневмоуровнемеры, особенно там, где зазоры между фланцами (муфтами) водоподъемных труб недостаточны для спуска электрода электроуровнемера. Поэтому для мониторинга предварительно в скважине должна быть смонтирована трубка из пластика диаметром 6-8 мм, открытая с двух сторон. Нижний конец трубки должен быть жестко закреплен на водоподъемной трубе выше насоса, а верхний конец – выведен на оголовок скважины. При замере уровня воды в скважине к верхнему концу подключают ручной насос с манометром и подают в трубку воздух, наблюдая за положением стрелки манометра.

Снижение удельного дебита скважины подчиняется экспоненциальной зависимости

$$q_t = q_{\text{обсл}} e^{-\beta t}, \quad (1)$$

где q_t – текущий удельный дебит, м³/с; $q_{\text{обсл}}$ – удельный дебит скважины на момент обследования, м³/с; β – коэффициент, учитывающий изменения удельного дебита скважины в связи с кольматажем (коэффициент старения скважины); t – время, с.

Выполнив анализ многолетних наблюдений за темпами снижения удельных дебитов скважин, аппроксимируют их экспоненциальной зависимостью и определяют значение коэффициента старения β .

Остаточный срок службы скважин $T_{\text{ост}}$ определяют как время их работы от текущего момента времени до момента достижения минимально-допустимого удельного дебита $q_{\text{min}} = q_{T_{\text{ост}}}$, при котором работа скважин становится неэффективной по затратам электроэнергии. В расчете использовалась формула (1) при допущении о том, что коэффициент β сохраняет с течением времени свое значение. Тогда формула (1) имеет вид

$$q_{\text{min}} = \frac{q_t}{e^{\beta T_{\text{ост}}}}, \quad (2)$$

Отсюда остаточный срок службы скважин составит

$$T_{\text{ост}} = \frac{\ln \frac{q_r}{q_{\text{мин}}}}{\beta}. \quad (3)$$

Методика анализа технического состояния насосного оборудования

Фактическую напорную характеристику насоса $H=f(Q)$ с достаточной степенью точности можно построить непосредственно на скважине, чтобы оценить степень износа насоса.

Пусть насосная установка в достаточной степени укомплектована запорно-регулирующей арматурой (обратный клапан, задвижка) и контрольно-измерительной аппаратурой (манометры, датчики давления, водомер).

Выражение для расчета напора H'' погружного насоса при снятии характеристики $H''=f(Q)$ на его рабочем месте имеет вид

$$H'' = H_{\text{дин}} + h' + \sum h_{\text{тр1-2}} + \frac{p_{2\text{ман}}}{\rho g} + \frac{\alpha v_{\text{вст}}^2}{2g} - \frac{\alpha v_{\text{вп}}^2}{2g}, \quad (4)$$

где $H_{\text{дин}}$ – динамический уровень; h' – расстояние от оголовка скважины до оси внутрискважинного трубопровода; $\sum h_{\text{тр1-2}}$ – потери напора на участке 1-2; $p_{2\text{ман}}$ – показание манометра; $v_{\text{вст}}$ – скорость во внутрискважинном трубопроводе; $v_{\text{вп}}$ – скорость в водоподъемной трубе.

Для построения напорной характеристики насоса ступенчато изменяют его подачу и фиксируют показания манометра, снимают показания водомера и пневмоуровнемера. Напор насоса вычисляют по формуле (4).

Данные замеров заносят в таблицу, строят график зависимости $H''=f(Q)$.

Для оценки степени снижения напорной характеристики насоса в результате износа, в той же координатной сетке наносят паспортную характеристику насоса $H_0^H = f(Q)$, снятую на заводе изготовителе, если на скважине был установлен новый насос.

Аппроксимируем полиномиальной зависимостью характеристику насоса (нового или после ремонта) в момент установки на скважину

$$H_0^H = c - aQ^2 - bQ, \quad (5)$$

где c – некоторый фиктивный напор насоса; a , b – коэффициенты кривой, характеризующие его фиктивное гидравлическое сопротивление.

Тогда выражение для характеристики насоса $H''_{\text{обсл}}$ на момент обследования, можно представить в виде

$$H''_{\text{обсл}} = \left(1 - \frac{\Delta H_{\text{обсл}}}{c}\right) \cdot c - aQ^2 - bQ. \quad (6)$$

Если на скважине имеется ряд наблюдений в разные моменты времени за снижением напорной характеристики насоса, можно получить эмпирическую зависимость $\Delta H=f(t)$ вида

$$\Delta H_t = \Delta H_{\text{обсл}} \cdot e^{\psi t}, \quad (7)$$

где ψ – коэффициент интенсивности снижения напора насоса на данной скважине, зависящий от марки насоса.

Это дает возможность делать прогноз изменения напорной характеристики насоса через заданный промежуток времени t , отсчитываемый от момента обследования. Тогда с учетом (6) и (7) получим

$$H_t^H = \left(1 - \frac{\Delta H_{\text{обсл}} e^{\psi t}}{c}\right) \cdot c - aQ^2 - bQ. \quad (8)$$

Прогнозный расчет производительности водозабора

Расходы скважин на расчетный срок t , исчисляемый от момента обследования водозабора, находят на основе решения системы уравнений динамического равновесия водозабора [3]. Число уравнений системы равно количеству скважин N линейного водозабора.

$$\left. \begin{array}{l} H_1^H - H_1^c \text{ потр} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ H_n^H - H_n^c \text{ потр} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ H_N^H - H_N^c \text{ потр} = 0 \end{array} \right\}. \quad (9)$$

Уравнение для n -ой скважины водозабора имеет вид [4]

$$a_n Q_n^2 - b_n Q_n + \frac{Q_n}{q_{\text{обсл},n}} \left(e^{\beta \cdot t} + \frac{1}{1 - \alpha_n} - 1 \right) + \frac{\sum_{j=1}^N Q_j}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r_n^2} + H_{\text{ст},n} + Z_n + \Delta H_{nt} - \left(1 - \frac{\Delta H_{\text{обсл}} e^{-\psi \cdot t}}{c_n} \right) c_n = 0, \quad (10)$$

где ΔH_m – суммарные потери напора в колонне водоподъемных труб, ввнутристанционном трубопроводе, линии подключения к сборному водоводу и на участках сборного водовода от точки подключения до резервуара чистой воды (станция обезжелезивания) через время t .

Система уравнений (10) решается на ЭВМ и позволяет получить динамику изменения дебитов скважин в процессе эксплуатации.

Литература

1. Волоховский, Г. А. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: Справочник / Г. А. Волоховский. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 224 с.
2. Гаврилко, В. М. Фильтры буровых скважин / В. М. Гаврилко, В. С. Алексеев. – М.: Недра, 1985. – 334 с.
3. Старинский, В. П. Водозаборные и очистные сооружения коммунальных водопроводов: учебное пособие / В. П. Старинский, Л. Г. Михайлик. – Минск: «Высшая школа», 1989. – 269 с.
4. Ивашечкин, В. В. Газоимпульсная технология восстановления пропускной способности фильтров водозаборных скважин: монография / В. В. Ивашечкин; под ред. А. Д. Гуриновича. – Минск.: БНТУ, 2005. – 270 с.

УДК332.36

Размеры санитарно-защитной зоны ветроэнергетических установок

Коревицкий Г. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье рассматриваются вопросы, связанные с определением границ санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ) ветроэнергетических установок (далее – ВЭУ). Проанализированы факторы, определяющие их размеры. Подробно рассмотрена методика определения дальности отлета различных предметов (льда, элементов лопастей и проч.), сорвавшихся с лопасти ветроэнергетических установок во время их работы.

В соответствии с санитарными нормами и правилами «Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 35 от 15.05.2014, базовый размер СЗЗ для ветроэнергетических установок не установлен и определяется расчетом.

К физическим факторам загрязнения, определяющим размеры СЗЗ ВЭУ, относятся вибрация, инфразвуковые колебания, ультразвуковое воздействие, электромагнитные поля, ионизирующее излучение радиоактивных веществ, шум, отрыв и падение лопастей и льда. Вышеперечисленные факторы, за исключением последнего, определяются расчетом по методикам, приводимым в действующих нормативах. Методики, позволяющей определять дальность разлета предметов, сорвавшихся с ветроколеса ВЭУ, не приводится ни в нормативной, ни в справочной литературе.