

Таким образом, антиоксиданты функционируют во всех живых организмах и на всех уровнях их организации в единой биологической системе, тонко регулируя антиоксидантный статус клеток и организма в целом. Важную роль во всей этой системе антиоксидантной защиты играют ферменты каталазы и пероксидазы, которые катализируют разрушение молекул перекиси водорода, поддерживая тем самым ее нормальный уровень в клетках.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чернавина, И.А. Физиология и биохимия микроэлементов / И.А. Чернавина. – М.: Высш. шк., 1980. – 309 с.
2. Нестерова, А. Н. Воздействие ионов свинца, кадмия и цинка на клеточную организацию меристемы и рост корней проростков кукурузы: автореф. дис. канд. биол. наук / А. Н. Нестерова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 26 с.
3. Влияние кадмия на  $\text{CO}_2$ -газообмен, переменную флуоресценцию хлорофилла и уровень антиоксидантных ферментов в листьях гороха / Т. И. Балахина [и др.] // Физиология растений. – 2005. – Т.52, № 1. – С. 21–26.
4. Холодова, В. П. Адаптация к высоким концентрациям солей меди и цинка растений хрустальной травки и возможность их использования в целях фиторемедиации / В.П. Холодова, К.С. Волков, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. – 2005. – Т.52. – № 6. – С. 848–858.
5. Распределение Cd и Fe в растениях *Mesembryanthemum crystallinum* при адаптации к Cd-стрессу / Н. И. Шевякова [и др.] // Физиология растений. – 2003. – Т.50, № 5. – С. 756–763.
6. Меньшикова, Е. Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Е. Б. Меньшикова, Н. К. Зенков // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, № 4. – С. 442–455.
7. Рогожин, В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов / В. В. Рогожин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 240 с.
8. Андреева, В. А. Фермент пероксидазы: участие в защитном механизме растений / В.А.Андреева. – М.: Наука, 1988. – С. 7–24.
9. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк [и др.] // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
10. Гавриленко, Л. Е. Большой практикум по физиологии растений / Л.Е. Гавриленко, Л.М. Хандобина. – Минск: Высшая школа, 1975. – С. 207–209.

Материал поступил в редакцию 22.02.12

#### KOBRINETS L.A. Changes in the activity of antioxidant enzymes in seedlings of lupine caused by the action of lead compounds

The effect of different salt concentrations of lead ( $10^{-5}$  -  $10^{-3}\text{M}$ ) on the growth and activity of antioxidant enzymes in seedlings of yellow lupine narrow-leaved (*Lupinus luteus* L.) cultivar "Karmavy." It is established that the effect of low concentrations of lead compounds significantly slows the growth of shoots, roots and enhances the activity of catalase and peroxidase in the first two weeks of development. It is shown that high concentrations of lead ions inhibit the growth of seedlings and stop the activity of antioxidant enzymes on the tenth day of the study. Based on the data over a high peroxidase activity in seedlings of lupine compared with catalase demonstrates the significant role of this enzyme in the oxidative mechanisms of resistance to the action of lupine lead.

УДК 628.544

Богуш Е.А., Гуринович А.Д., Пикус Д.М.

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА СООРУЖЕНИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

**Введение.** Для оценки эффективности ценообразования в строительстве водозаборных скважин был проведен анализ проектов и паспортов более чем 20 водозаборных скважин различных систем водоснабжения городов и поселков Беларуси, запроектированных и пробуренных УП «Гродноводоканал», ОАО «Аквабелсистем», ЗАО «Барановичский Промбурвод», НПО «Подземвод», ООО «Сюмбур» и др.

Сравнение проектов и паспортов показало наличие значительных расхождений как в данных геолого-технического разреза, литологии, мощности водоносных пластов, глубин бурения, дебитов скважин, конструкций скважин. Кроме того, как проекты, так и паспорта разных проектных и буровых организаций отличались по методике проектирования, содержанию, объему и качеству оформления [1].

Так, в частности, в проекте водозаборной скважины системы водоснабжения г. Гродно была разработана конструкция скважины с фильтром глубиной 283 м. Согласно паспорта пробуренной скважины по данному проекту она оказалась бесфильтровой и глубиной 238 м.

Интересен обнаруженный факт, что капитальный ремонт водозаборной скважины рассматривается в отличие от самого понятия «капитальный ремонт» в строительстве, как бурение новой скважины. При капитальном ремонте за основу бурения берутся исходные данные паспортов старой скважины, которые, как правило, не соответствуют действительности. Так проект капитального ремонта водозаборной скважины для водоснабжения в д. Сосновка Слонимского района имел большие различия.

С вводом же в 2011 г. двух технических кодексов установившейся практики (ТКП) Минархстроя и Минприроды Беларуси [2, 3] дополнительно возникли серьезные противоречия в порядке и методике проек-

тирования водозаборных скважин, которые в значительной мере влияют на качество и эффективность проектов водозаборных скважин.

**Методика проектирования водозаборной скважины** [2, 4] включает нижеследующие этапы.

**1 этап. Сбор материалов и данных о:** водопотребителе (заказчике) с требуемой производительностью скважины; существующей или проектируемой (реконструируемой) системы водоснабжения; перспективе развития объекта водоснабжения; местоположении проектируемой скважины (координаты и абсолютная высотная отметка); геологических и гидрогеологических условий (геолого-литологического разреза с указанием геологических индексов, глубины залегания, мощности и литологическим описанием пород с выделением водоносных горизонтов (пластов) и указанием уровней воды, прогнозных дебитов и понижений; близ расположенных скважин (при их наличии); прогнозных основных физико-химических и микробиологических показателей воды.

**2 этап. Определение конструкции скважины и способа бурения.** Исходными данными являются: производительность скважины, определенная проектным заданием;

тип водоподъемного оборудования и связанный с ним эксплуатационный диаметр скважины; глубина залегания водоносного горизонта, его мощность, а также характеристика слагающих пород, включая фильтрационные параметры; интервалы изоляции и разобщения отдельных водоносных горизонтов; степень сложности геологических и гидрогеологических условий района буровых работ.

При разработке конструкции скважины должны определяться в

Богуш Екатерина Андреевна, аспирантка Белорусского национального технического университета.

Пикус Дмитрий Маркович, доцент Белорусского национального технического университета.

Гуринович Анатолий Дмитриевич, профессор Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, 65.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология

следующей последовательности: глубина скважины; вид водоприемной части скважины (фильтровая или бесфильтровая), тип и размеры фильтра в зависимости от пород водоносного горизонта;

диаметры и длины обсадных колонн труб, материалы и типы их соединения; толщина и гранулометрический состав гравийной обсыпки (при необходимости); интервалы затрубного и межтрубного тампонирувания и применяемые для этого материалы (цемент, глина, пасты, различные тампоны и др.); диаметры и способ бурения.

Конструктивные диаметры скважин в полной мере зависят от диаметра водоподъемного оборудования (погружного насоса) [4]. Поэтому первоначально перед проектированием конструкции скважины необходимо осуществить подбор насосного оборудования и определить его максимальный диаметр. По этому диаметру определяется диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб. Он должен быть больше на 50-100 мм диаметра насосного агрегата. В настоящее время при проектировании данный параметр не берется во внимание, что приводит к завышенным диаметрам скважины и к значительному увеличению стоимости сооружения скважины.

В конструкции скважины кроме основных элементов – обсадных колонн и типа водоприемной части должны быть предусмотрены следующие элементы и условия: тип сальника или другой конструкции герметизации межтрубного пространства, тип оголовка скважины; возможности замера дебита, уровня и отбора проб воды, а также выполнения ремонтно-восстановительных работ на скважине.

Следует учесть также возможные непредвиденные обстоятельства при бурении скважины, которые могут повлиять на конструкцию проектируемой скважины, за которыми может последовать корректировка глубины и конструкции разведочно-эксплуатационной скважины. Поэтому при проектировании необходимо учитывать степень достоверности данных о геологическом разрезе и рассматривать способы уточнения геологического разреза (предварительное) - бурением разведочного ствола с геофизическими исследованиями (либо перед проектированием, либо в процессе сооружения) для выбора интервалов установки фильтров. При этом выбранный вариант должно быть экономически обоснован.

В процессе и после завершения сооружения скважины для проверки качества тампонажа и целостности обсадных колонн, местоположения рабочей части фильтра и глубины скважины могут быть предусмотрены геофизические исследования.

Конструкции и метод бурения скважины должны быть подтверждены технико-экономическим обоснованием, для этого необходимо как минимум разработка двух вариантов.

Особое место при проектировании и сооружении водозаборных скважин занимает организация работ, которая разрабатывается в соответствии с требованиями строительных норм «Организация строительного производства» с учетом специфики буровых работ и включают: требования в части обязательных согласований и заключений по проекту водозаборной скважины и предъявляемые к предприятиям, выполняющим буровые работы;

перечень конкретных документов, необходимых к началу буровых и строительных работ (правила производства работ, геолого-технический наряд, правила по технике безопасности и т.д.); условия и порядок внесения изменений и корректировок в документацию до начала и в процессе работ; перечень требований к площадке строительных работ; взаимоотношения (обязанности и ответственности) заказчика: до начала работ, в процессе подготовки и в период производства работ; определение продолжительности работ по строительству водозаборной скважины со ссылкой на нормативную документацию.

Для проведения сметных расчетов необходимо: иметь проект конструкции и технологии бурения скважины; знать зону района сооружения скважины; произвести выбор и обоснование метода составления сметной документации (ресурсный, ресурсно-индексный, базисно-индексный, базисно-компенсационный или метод банка данных о стоимости объектов-аналогов); применять действующие на момент разработки сметной документации основные нормативные положения и указания по определению стоимости строительства и составлению сметной документации; применять нормы накладных расходов и плановых накоплений; уточнять и

корректировать сметные цены при взаиморасчетах между подрядчиками и заказчиками; условия пересчета стоимости строительства при уточнении методов выполнения и объемов работ; определять затраты труда, машин и материалов в случаях осложнений, происшедших не по вине исполнителя буровых работ;

составлять сметы на дополнительные работы и затраты (при необходимости); обосновывать увеличение сметной стоимости отдельных видов работ; другие сведения, характерные для данного вида работ [5].

На разных этапах составления сметной документации состав и объем ее может изменяться по согласованию между участниками инвестиционного процесса.

**Для апробации предлагаемой методики** на примере проекта и паспорта пробуренной разведочно-эксплуатационной скважины в д. Сенковщина Слонимского района УП «Гродноводоканал» по фактическим данным гидрогеологического разреза были проведены сметные расчеты с использованием проектных данных и по предлагаемой методике.

На рисунке 1 представлена конструкция водозаборной скважины по проекту УП «Гродноводоканал». Согласно сметным расчетам стоимость в базисных ценах составляет 61200340 руб.

На рисунке 2 представлены конструкции водозаборной скважины по паспорту, пробуренной УП «Гродноводоканал». По данным паспорта был сделан сметный расчет, стоимость в базисных ценах которого составила 58530608 руб.

По предлагаемой методике с паспортными данными фактического гидрогеологического разреза была запроектирована скважина конструкции, представленной на рисунке 3.

Конструкция скважины глубиной 100,5 м разработана для вращательно-роторного способа бурения установкой типа 1БА-15В.

Проходка пород осуществляется с применением коллоидального сапропелевого раствора в интервале 0-11 м, в интервале 11-77 м ведется с промывкой чистой водой. Производится цементация колонн труб D= 325, 219 и 146 мм с подъемом цементного раствора от башмака на 5 и 10 м.

Фильтровая колонна D = 146 мм устанавливается от 0 до 100,5 м с фильтром на уровне водоносных пород. Скважность фильтра до 20%.

После установки фильтровой колонны скважина промывается чистой водой (кратковременная прокачка погружным насосом), после чего в ней проводится опытно-эксплуатационная откачка. Откачка ведется непрерывно на два понижения.

Первое понижение с дебитом на 25-30% выше проектного. Второе понижение производится с дебитом, равным проектному. Откачка считается законченной по истечении 16 часов после стабилизации динамического уровня и при полном осветлении воды. В конце откачки отбираются пробы воды на полный физико-химический и бактериологический анализы. Продолжительность откачки - 6 суток.

Для откачки может быть использован насос типа ЭЦВ.

Стоимость в базисных ценах составила 49716838 руб.

Следует отметить, что и нормы времени в расценках эксплуатации машин и механизмов бурения скважин завышены в более чем в 2 раза (прямая обратная промывка). Известно, что с обратной промывкой бурение ведется с производительностью более чем в 2 раза [5].

В зарубежной практике для оценки эффективности проектов различных сооружений широко используется метод анализа стоимости жизненного цикла (Life Cycle Cost-LCC).

LCC особенно важно применять при сравнении с альтернативными проектами, которые отличаются по начальным и эксплуатационным затратам, с целью выбора того проекта, который минимизирует суммарные затраты на протяжении всего периода эксплуатации. LCC позволяет определять, является ли применение высокопроизводительных и качественных строительных систем, которые могут увеличить первоначальную стоимость, и в то же время значительно снижают операционных и эксплуатационных расходов, является экономически эффективным или нет.

### Геологический разрез и конструкция скважины

Глубина скважины 100,5 м.

Масштаб	№ слоев п/п	Описание пород	категория пород	Мощн. пл. м.			Бурение скважины		Крепление скважины		
				от	до	м	Диам. (мм)	Глубина (м)	Диам. (мм)	Глубина (м)	
10	1	Супесь, суглинок с гравием и галькой >20%	III	Ст 17	0	32	32	490	11	426	11
20											
30	2	Песок	II	Дн 30	32	38,5	6,5				
40											
50	3	Суглинок с гравием и галькой >20%	III		38,5	50	11,5				
60											
70	4	Песок	II		50	60	10				
80											
90	5	Суглинок с гравием и галькой	III		60	72	12	-		168	74,1
100											
110	6	Песок	II		72	77	5				
120											
125	7	Глина вязкая	III		77	86	9	394	86	325	86
	8	Песок	II		86	99	13			168	89,7
	9	Суглинок с гравием и галькой >20%	III		99	125	26	295	100,5	168	100,5

Рис. 1. Проект бурения водозаборной скважины в д. Сенковщина Слонимского района

### Геологический разрез и конструкция скважины в д. Сенковщина

Глубина скважины 104 м.

глуб. м	№ слоев п/п	Описание пород	Гр. пород	Мощность пласта м.			Бурение скважины		Крепление скважины	
				от	до	м	Д(мм)	Глуб. м.	Диам. (мм)	Глубина (м)
10	1	Супесь	III	0	8	8	490	15	426	15
	2	Песчано-гравийная смесь	II	8	14	6				
20	3	Супесь	III	14	53	39	394	92	325	92
30										
40	4	Песок	II	53	61	8	295	104	168	102
50										
60	5	Супесь	III	61	75	14	295	104	168	104
70	6	Песок	II	75	79	4				
80	7	Супесь	III	79	92	13	394	92	325	92
90										
100	8	Песок	II	92	102	10	295	104	168	104
110	9	Супесь	III	102	117	15				
120	10	Песок	II	117	140	23	151	140		
130										
140										

Рис. 2. Проект бурения водонапорной скважины в д. Сенковщина



### Геологический разрез и конструкция скважины

Глубина скважины 100,5 м.

Масш таб	№ слоев п/п	Описание пород	категория пород	Мощн. пл. м.			Бурение скважины		Крепление скважины	
				от	до	м	Диам. (мм)	Глубина (м)	Диам. (мм)	Глубина (м)
10	1	Супесь, суглинок с гравием и галькой >20%	III				394	11	325	11
20										
30	2	Песок	II	0	32	32				
40				32	38,5	6,5				
50	3	Суглинок с гравием и галькой >20%	III	38,5	50	11,5				
60				50	60	10				
70	4	Песок	II	60	72	12				
80				72	77	5				
90	5	Суглинок с гравием и галькой	III	77	86	9	295	86	225	86
									146	89,7
	6	Песок	II	86	99	13			146	99
100									190	100,5

Рис. 3. Проект бурения водозаборной скважины по предлагаемой методике

Самая низкая стоимость жизненного цикла (LCC) является наиболее простой и легкой в интерпретации меры экономической оценки эффективности.

Метод LCC учитывает первоначальные затраты (капитальные вложения на проектирование, приобретение оборудования и материалов, строительство, монтаж и пуско-наладку) и будущие расходы за время жизненного цикла работы скважины (на электроэнергию, эксплуатацию, техническое обслуживание, текущий и капитальные ремонты).

При этом особое значение приобретают вопросы сопоставимости стоимостей в течение будущих периодов, которые зависят от степени инфляции и экономической ситуации в стране и рассчитываются методом дисконтирования затрат. Дисконтирование необходимо потому, что сегодняшний рубль не будет иметь одинаковую ценность в будущем, т.к. в инфляционной экономике, покупательная способность денег со временем снижается. Таким образом, все суммы, составляющие LCC, преобразуются в текущую стоимость путем дисконтирования. Анализ затрат можно сравнить по вычисленным

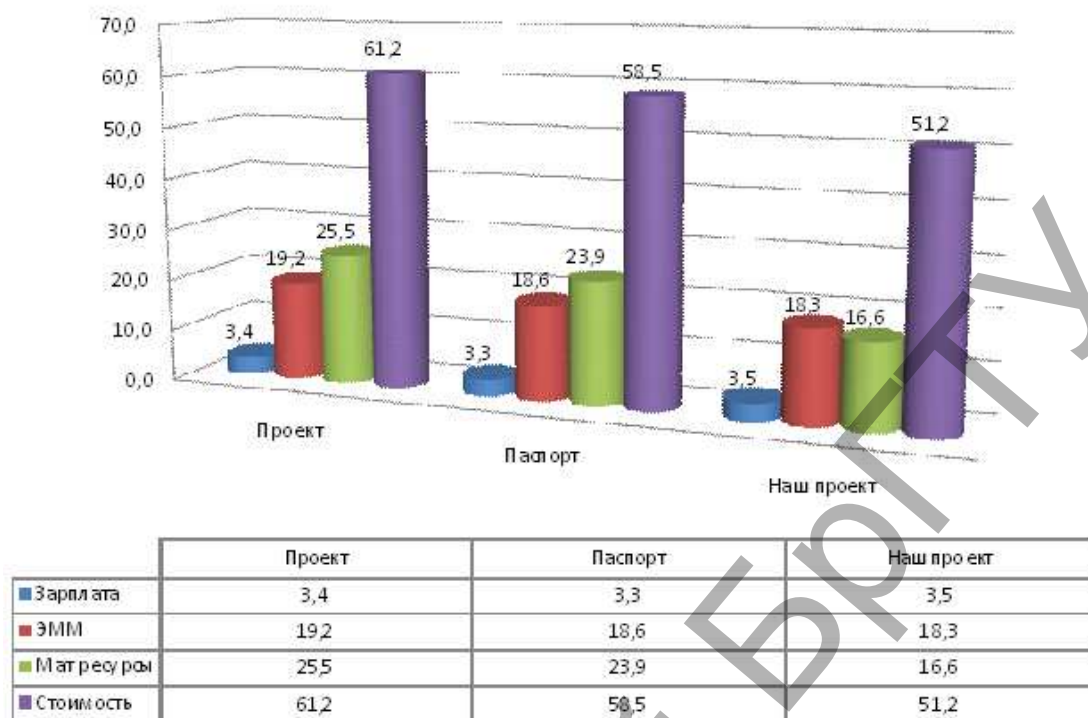


Рис. 4. Сравнение стоимостных показателей вариантов проекта водозаборной скважины

ЛСС для каждого проекта. К примеру, он может быть использован для сравнения долгосрочных расходов по вариантам проектов двух-трех конструкций водозаборных скважин.

**Заключение.** Исходя из вышеизложенного можно заключить следующее:

1. Низкий технический уровень проектирования и сооружения водозаборных скважин является одной из причин развития негативных экономических тенденций: роста стоимости сооружения скважин и эксплуатационных затрат. Стоимость бурения 1 м скважин превышает стоимость аналогичной скважины, пробуренной за рубежом на 10-50 %.
2. Существующее ценообразование в бурении скважин базируется на старых нормах и расценках и не отвечает современным требованиям ценообразования в строительстве. В РСН (Сборник 4), по которому производятся расчеты по бурению скважин, базируется на данных пятидесятилетней давности и не соответствует техническому прогрессу и является завышенным
3. Требуют коренного пересмотра все показатели бурения водозаборных скважин в расценках, исходя из современных методов бурения, методов проектирования, конструкций и технологий сооружений скважин.
4. Следует разработать единые ТКП по проектированию и сооружению водозаборных скважин с учетом предлагаемой методики.
5. РСН должны быть переработаны с учетом ТКП и скорректированы их основные положения. Российские РСН (сборник 4) более приближены к реальности, положения которых можно использовать в отечественных ТНПА

6. Проекты водозаборных скважин должны: иметь в основе надежное информационное обеспечение геолого-гидрогеологическими, конструктивно-технологическими, и нормативно-справочными данными; содержать статистические оценки надежности прогноза геологического строения и гидрогеологических условия водозабора; характеризовать оптимальные проектные решения, полученные на основе вариантного проектирования; иметь расширенную номенклатуру технико-экономических показателей для формирования хозяйственных плановых заданий и оптимального планирования производства.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богуш Е.А, Гуринович А.Д. Анализ достоверности проектов водозаборных скважин. Вестник Брестского государственного технического университета секция водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология № 2 (68), 2011, с. 28-31.
2. ТКП 45-4.01-199-2010 (02250) Скважинные водозаборы. Правила проектирования
3. ТКП 17.04-25-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила проектирования, сооружения, ликвидации и консервации буровых скважин различного назначения (за исключением нефтяных и газовых).
4. Гуринович, А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами – Мн.: ТЕХНОПРИНТ, 2004 - 305 с.
5. Гуринович А.Д., Богуш Е.А. Сравнительный анализ ценообразования строительства водозаборных скважин с российскими РСН. Вестник ценообразования и сметного нормирования. N 2011 - С. 36-41.

Материал поступил в редакцию 21.02.12

#### BOGUSH E.A., GURINOVICH A.D., PIKUS D.M. Assessment of efficiency of the project of the construction of water wells

The article deals with the effectiveness of projects for the drilling of water wells. At present, almost all drinking water to the population of the Republic of Belarus is based on groundwater sources. The main water intake structure for the capture of water are water wells. This article gives an analysis of the causes of the high cost of well construction, in particular, noted that the low technical level of design and construction of water wells is one of the causes of negative economic trends: the rising cost of construction of wells and operating costs.