

Оценка профессионального риска в ПАТ «ЮГОК»

Способ определения	Величина риска	Риск
По профессиям	0,27	Высокий
По структурным подразделениям	0,22	Высокий

Как видно из таблицы, риск, рассчитанный двумя способами, практически совпадает.

Выводы. Таким образом, определение факторов профессионального риска, фундаментальные и прикладные исследования их воздействия на работающих, мониторинг здоровья и безопасности на рабочих местах, организация работы по изучению несчастных случаев и профессиональных заболеваний на государственном уровне и ряд других вопросов входит в круг задач по оценке профессионального риска. На сегодня необходимо:

во-первых, разработать качественно новую для нашей страны систему анализа профессиональных рисков;

во-вторых, сформировать систему взаимосвязанных организационных, медико-социальных, финансовых и правовых механизмов управления профессиональным риском.

Список литературы

1. Руководство по системам управления охраной труда МОТ-СУОТ 2001
 2. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство) / Под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Гроуант, 2003. – 448 с.
 3. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766-03
 4. **Муртонен М.** Оценка рисков на рабочем месте – практическое пособие. Тампере, 2007 (Опыт Финляндии. Субрегиональное бюро МОТ для стран Восточной Европы и Центральной Азии. - Москва, 2007)
 5. Методика оценки индивидуального профессионального риска (ИПР) в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника. НИИ Медицины труда РАМН. Москва. - 2009.
- Рукопись поступила в редакцию 17.02.12

УДК 622.062:622.281

Б.Н. АНДРЕЕВ, д-р, техн. наук, профессор, Д.В. БРОВКО, канд. техн. наук, доц.,
ГВУЗ «Криворожский национальный университет

НАУЧНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Выполнен анализ оценки состояния строительных объектов поверхности горнопромышленного комплекса по критерию снижения их несущей способности, функционально связанного с вероятностью риска обрушения зданий и сооружений.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Аварийные ситуации на объектах поверхности горнопромышленного комплекса, вызванные запроектными воздействиями, в общем случае непредсказуемы и сводятся к локальным аварийным воздействиям на отдельные конструкции одного здания: взрывы, пожары, карстовые провалы, дефекты конструкций и материалов, некомпетентная реконструкция (перепланировка) и т.п. случаи.

Как правило, воздействие рассматриваемого типа приводит к местным повреждениям несущих конструкций зданий. При этом в одних случаях такие ситуации этими первоначальными повреждениями и исчерпываются, а в других – несущие конструкции, сохранившиеся в первый момент аварии, не выдерживают дополнительной нагрузки, ранее воспринимавшейся поврежденными элементами, и тоже разрушаются.

Существующая нормативная база по управлению безопасностью строительных объектов не в полной мере справляется с возложенными на нее задачами, а норм, которые регламентируют риск аварии зданий, нет вообще. Использование в строительстве методики нормирования, основанной на коэффициентах надежности, теоретически обеспечивает безопасность строительных конструкций. Однако опыт эксплуатации конструкций показывает, что надежность является необходимым, но не достаточным условием безопасности.

Установлено, что в 80% случаев причиной строительных аварий являются грубые человеческие ошибки, допускаемые при проектировании, изготовлении и монтаже несущих конструкций, которые при невыгодном сочетании с непредсказуемыми факторами природно-

климатического и техногенного характера становятся причинами обрушений строящихся и уже построенных зданий и сооружений.

Таким образом, формирование процедур и методик, позволяющих устанавливать степени конструкционной безопасности зданий с учетом риска, является весьма **актуальной потребностью** горнопромышленного комплекса. Механизмом практической реализации политики обеспечения безопасности строительных объектов должна стать система управления рисками на всех стадиях эксплуатации объектов горнопромышленного комплекса.

Постановка задачи. Значительный износ существующих зданий и сооружений с большим сроком эксплуатации, а также низкое качество строительных объектов, возведенных в стране за последние четверть века, являются причинами роста числа обрушений зданий и сооружений, нередко сопровождающихся гибелью людей.

Исторически задачи повышения безопасности зданий и сооружений при длительном их использовании решались в нашей стране по разным методологическим концепциям, сыгравшим, несомненно, свою положительную роль. И, прежде всего, следует отметить, что еще на рубеже 60-х – 70-х годов прошлого века усилия известных специалистов [1] были направлены на научное обоснование принципов задания уровня надежности зданий и сооружений еще на стадии их проектирования, что позволило в 80-х годах при переработке всех СНиПов по проектированию несущих элементов (строительных конструкций и грунтовых оснований) зданий и сооружений ввести соответствующие коэффициенты «запаса» (надежности, условий работы, материала и т.п.), которые заложены во всех СНиПах по проектированию и в настоящее время. Однако подобный методологический подход не позволяет оценивать фактическую надежность несущих элементов и в целом зданий и сооружений на стадии их эксплуатации, поскольку в классической теории [1, 2] надежность любого объекта должна оцениваться вероятностью того, что объект на заданный момент окажется в каком-то заданном состоянии. Невозможность решения подобных задач оценивания надежности применительно к таким объектам, как эксплуатируемые здания и сооружения, в частности, обусловлена тем, что в нормативной базе не была регламентирована классификация состояний строительных объектов и их несущих элементов, которая впервые в нашей стране представлена в 1998 году [3]. Однако даже введение этой классификации не позволяет оценивать надежность эксплуатируемых строительных объектов по показателю вероятности того, что объект в данное время (или через какое-то время) окажется в каком-то конкретном состоянии (например, в «работоспособном», «ограниченно работоспособном», или в каком-то другом состоянии), поскольку на практике для распознавания (идентификации) этого состояния нам никогда не хватает информации, которая должна вводиться в расчетные зависимости для вычисления вероятности очень сложного события, каковым является конкретное «техническое состояние» строительных объектов.

Понимание этого факта привело к необходимости развития другого методологического направления по обеспечению безопасности эксплуатации строительных объектов, а именно к разработке научных основ технического диагностирования состояния несущих элементов зданий и сооружений. Вместе с тем эта классификация состояний зданий и сооружений далека от совершенства, так как на практике при обследованиях состояния строительных объектов она не позволяет с достаточной степенью объективности настолько точно оценивать расчетным путем «несущую способность» элементов строительных объектов, чтобы однозначно и обоснованно идентифицировать переход несущих элементов зданий и сооружений из одного состояния в другое.

Изложение материала и результатов. Неразрешимой на современном этапе все равно остается проблема объективного оценивания состояния эксплуатируемых зданий и сооружений по критериям несущей способности их элементов, которую всегда желательно определять не расчетно-теоретическими методами, как это предписывается нормативными документами [3], а аппаратурными способами. Вместе с тем сложность данной проблемы носит, по крайней мере, двоякий характер.

Во-первых, при статических режимах загрузки зданий и сооружений выявить фактическую «несущую способность» элементов эксплуатируемых строительных объектов (грунтового основания и конструкций) в лучшем случае удастся лишь тогда, если на стадии строительства объекта установлены тензодатчики в грунтовое основание и в несущие строительные конструкции, регистрирующие в них фактические напряжения. Для обычных же зданий и сооружений, диагностирование состояния которых выполняется периодическими их обследованиями в

соответствии с [3], мы можем с помощью средств НМК определять лишь фактическую прочность материала конструкций. Переход же от прочности материала конструкций R к их «несущей способности» $P_{нс}$ сегодня осуществляется лишь расчетно-теоретическими методами по правилам строительной механики и сопротивления материалов. В то же время специалистам известно, что такой переход

$$R \Rightarrow P_{нс}, \quad (1)$$

при сложных конструктивных схемах современных строительных объектов всегда сопряжен со значительными неточностями и неопределенностями даже при использовании современных численных методов расчета, например, в виде метода конечных элементов. Связано это, прежде всего, с тем, что параметр R следовало бы определять в значительном числе точек (расчетных сечений) строительных конструкций, к которым в эксплуатируемых зданиях и сооружениях зачастую нет доступа приборами НМК из-за наличия облицовочных отделочных покрытий как внутри зданий, так и по их фасадам. Кроме того, определение прочности материала (бетона) железобетонных конструкций (ЖБК) с помощью доступных средств НМК сегодня ограничивается толщинами до 60 см.

Что же касается грунтовых оснований, то доступа к ним под эксплуатируемыми зданиями и сооружениями вообще нет, и определить сопротивление (прочность) грунтов R под эксплуатируемым строительным объектом, как правило, практически не возможно.

Во-вторых, оценивание состояний зданий и сооружений по критерию «несущей способности» в соответствии с [3] методически может быть осуществимо, если было бы возможно измерить те фактические нагрузки (хотя бы статические) $P_{ф}$, которые испытывают грунтовые основания и конструкции эксплуатируемых зданий и сооружений. Как известно, на стадии проектирования строительных объектов расчетным путем определяют предельные (критические) нагрузки $P_{кр}$, которые могут выдержать те или иные здания и сооружения. Тогда на стадии их эксплуатации оценивание состояния их несущих элементов (грунтового основания и конструкций) можно было бы выполнять по известному правилу строительной механики, что несущая способность обеспечена при условии

$$P_{ф} \leq P_{кр}. \quad (2)$$

Однако, как можно измерить (каким динамометром) фактический вес здания, передаваемый на грунтовое основание? Поскольку параметр $P_{ф}$ в этом случае (по аппаратурным данным) неизвестен, то алгоритм оценивания по критерию его «несущей способности» (2) оказывается нереализуемым. Вследствие этого как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации строительных объектов параметр $P_{ф}$ в (2) для всех несущих элементов (грунтового основания и конструкций) определяется расчетным путем (по известной процедуре сбора нагрузок). Вместе с тем процедура сбора нагрузок (ввиду ее трудоемкости и неточности) на практике всегда выполняется с «запасом», и поэтому расчетное значение нагрузок, как правило, превосходит фактическое значение нагрузок

$$(P_{ф})^p > P_{ф}, \quad (3)$$

а фактическое значение нагрузок $P_{ф}$ остается неизвестным.

Таким образом, алгоритм диагностирования состояния зданий и сооружений по критерию их «несущей способности» (2) оказывается нереализуемым. Кроме того, практика показывает, что не исключены ошибки в расчетах параметра, когда он оказывается заниженным в сравнении с фактическими нагрузками, что при использовании алгоритма (2) дает вообще неадекватные оценки о состоянии объекта, приводящие к обрушениям зданий и сооружений, когда при их проектировании или обследовании на стадии эксплуатации вместо алгоритма (2) фактически оказывается ситуация

$$(P_{ф})^p < P_{ф} > P_{кр}, \quad (4)$$

Анализ причин большинства обрушений зданий и сооружений свидетельствует о том, что основной причиной этих обрушений является ситуация (4) ввиду незнания фактических нагрузок (или трудно прогнозируемых). В случае воздействия на здания и сооружения динамических (и в особенности случайных динамических) нагрузок ситуация лишь еще больше усугубляется (при воздействии ветровых и сейсмических нагрузок, технологических нагрузок и т.п.).

В этой связи представляется актуальным для оценивания надежности эксплуатируемых зданий и сооружений использовать теорию рисков возникновения опасных и аварийных ситуаций. Вместе с тем для несущих элементов строительных объектов применение этой теории находится в зачаточном состоянии. В этой связи в данной области имеется весьма ограниченное число публикаций, например [4], свидетельствующее о целесообразности исследования применимости теории рисков к технической диагностике строительных объектов.

Если оценивать риск возникновения опасной и (или) аварийной ситуации с эксплуатируемым строительным объектом по вероятности P разрушения (выхода из строя) одного из несущих элементов объекта, влекущего за собой разрушение данного объекта (здания, сооружения) или невозможность выполнения им возложенных на него функций. При этом предполагается, что возникновение опасной и аварийной ситуации является следствием снижения несущей способности P_{nc} несущих элементов строительного объекта. Также предполагается, что на стадии проектирования объекта для всех его несущих элементов (грунтового основания и конструкций) была задана расчетная (требуемая) несущая способность $[P_{nc}]$. Длительная эксплуатация объекта со временем приводит к снижению несущей способности (по разным причинам) его элементов на некоторые величины $\Delta(P_{nc})$, так что фактическая несущая способность P_{nc} элементов объекта становится равной:

$$(P_{nc})_{\phi} = [P_{nc}] - \Delta(P_{nc}), \quad (5)$$

Далее вводим коэффициент снижения несущей способности η , который определяем

$$\eta = [P_{nc}] / (P_{nc})_{\phi}. \quad (6)$$

Тогда

$$\left. \begin{aligned} \text{при } \Delta(P_{nc}) = 0 \Rightarrow [P_{nc}] = (P_{nc})_{\phi} \\ \eta = 1 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{при } \Delta(P_{nc}) > 0 \Rightarrow (P_{nc})_{\phi} < [P_{nc}] \\ \eta = \infty \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

т.е. коэффициент η может изменяться в пределах

$$\eta = \{1, \infty\}. \quad (9)$$

Очевидно, что при возрастании показателя η (при снижении несущей способности элементов объекта $(P_{nc})_{\phi}$ вероятность разрушения объекта как показателя риска возникновения опасной и аварийной ситуации возрастает. Следовательно, в принципе существует некоторая зависимость вероятности обрушения строительного объекта P от показателя снижения несущей способности его элементов η (5) - (9)

$$P = P(\eta), \quad (10)$$

При этом с возрастанием $\eta = \{1, \infty\}$ вероятность разрушения объекта P возрастает от 0 до 1

$$P(\eta) = \{0, 1\}. \quad (11)$$

Можно себе представить ситуацию, когда показатель η может быть и меньше 1. Такое бывает в том случае, если

$$(P_{nc})_{\phi} > [P_{nc}] \quad (12)$$

это на практике означает: строительный объект построен с запасом по несущей способности, что в практике проектирования строительных объектов (в [2] и в СНиПах) регламентируется соответствующими коэффициентами γ надежности, условий работы и т.п.

$$\gamma = \frac{(P_{nc})_{\phi}}{[P_{nc}]} > 1, \quad (13)$$

С этой точки зрения коэффициенты надежности (запаса) γ являются обратными по отношению к показателю η .

В теории рисков принято, что зависимости типа (10) должны задаваться на основе большой статистики по опыту эксплуатации объектов-аналогов или на основе экспертных оценок.

Попытаемся задать графическую форму зависимости (10), представленную на рис. 1 кривой *A-B-C-D*. Логика ее построения заключается в следующем.

Для случая, когда имеются запасы по несущей способности строительного объекта и $\eta \leq 1$, вероятность обрушения объекта P , очевидно, следует принимать равной нулю (точка *A* на рис. 1).

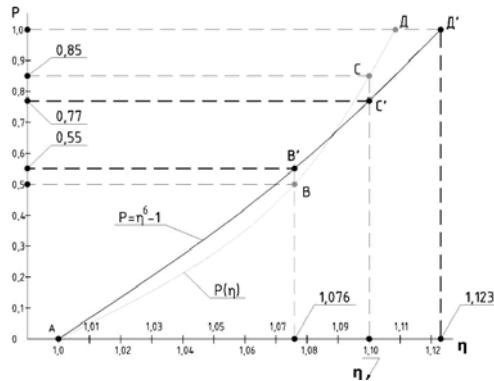


Рис. 1. График функции для зависимости $P=P(\eta)$

требованиями по [1-3].

Точка *D* (см.рис. 1) получается автоматически по результатам построения зависимости (10) по точкам *A, B, C* в виде гладкой параболы.

Если принять, что графическое построение зависимости (10) по выше рассмотренным точкам *A, B, C, D* является достаточно логичным и обоснованным, то можно выполнить аппроксимацию этой зависимости как параболической функции вида

$$P=A\eta^B+C, \quad (14)$$

в которой должны быть аппроксимированы параметры «*A*», «*B*», «*C*» с максимальным приближением зависимости (14) к графику функции (10), построенной по точкам *A-B-C-D* (см.рис. 1).

Результат аппроксимации в диапазоне изменения показателя $1 \leq \eta \leq 2$ дает следующее аналитическое выражение для функции (14)

$$P=\eta^6-1C, \quad (15)$$

Как следует из рис. 1, функция (15), проходящая через точки *A, B', C', D'*, достаточно близка по своей графической форме к графику, построенному по точкам *A-B-C-D*.

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, использование зависимости (10) в виде (15) позволяет в принципе оценивать состояние строительных объектов по критерию снижения их несущей способности функционально связанного с вероятностью риска обрушения зданий и сооружений. Вместе с тем задание функции (10), (15), выполненное авторами данной статьи, должно несомненно подвергаться корректировке другими специалистами-экспертами с учетом особенностей строительных объектов различного назначения.

Очевидно, что использование показателя рисков опасных и аварийных ситуаций вполне оправдано для очень ответственных объектов, аварии на которых потенциально опасны по своим последствиям для людей и окружающей среды.

Целесообразность использования показателя (10), (11), (15) диктуется и тем, что с его помощью может быть в дальнейшем обоснованно задана количественная взаимосвязь между снижением «несущей способности» элементов зданий и сооружений с «состояниями» строительных объектов, регламентируемыми в [3] лишь на качественном уровне, что на практике снижает объективность оценки фактического состояния эксплуатируемых зданий и сооружений при ситуациях (1), (4). Поэтому дальнейшие исследования по применению теории рисков могут дать существенный эффект в повышении надежности эксплуатируемых зданий и сооружений.

Список литературы

1. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. -М.: Стройиздат, 1971.
2. ДБН В.1.2-14-2009 СНББ Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
3. НПАОП 45.2-1.01-98 Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд.
4. Чебоксаров Д.В. Контроль и регулирование риска аварий находящихся в эксплуатации зданий и сооружений. -М.: Сб. научных трудов, вып.№8, под ред. проф. К.И. Еремина «Предотвращение аварий зданий и сооружений», 2009. – с.212-215.

Рукопись поступила в редакцию 17.03.12

УДК 622.002.5:622.284.2:622.256

В.Я. КОЗАРІЗ, канд. тех. наук, доц., Р.О.ЧАЙКОВСЬКИЙ, магістрант
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

РОЗРОБКА СХЕМИ ГІДРОПРИВОДУ КОМПЛЕКСУ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДВІСКИ ОПАЛУБКИ ПРИ ПОГЛИБЛЕННІ СТВОЛІВ

Завдання підвищення технологічного рівня в капітальному будівництві є особливо актуальними при спорудженні шахт, де значно зросли обсяги і складність робіт, а також глибина розробки корисних копалин. Мета даної роботи полягає в розробці схеми гідроприводу для комплексу малогабаритного обладнання для підвіски опалубки.

Проблема та її розв'язок з науковими та практичними завданнями. Фактичні витрати часу на оснащення і поглиблення стволів у 2-2,5 рази перевищують припустимі строки, що не дозволяє забезпечити підтримку виробничих потужностей шахт. Значною мірою такий стан обумовлений складністю розміщення лебідок для підвіски прохідницького обладнання. Прохідницькі лебідки зазвичай розташовують у тимчасових камерах, що спеціально споруджуються для цих цілей, обсяг яких досягає 1500-2000 м³ на один ствол. Спорудження тимчасових виробок тягне великі витрати матеріальних і трудових ресурсів.

Такі витрати нічим не виправдані, тому що після поглиблення ствола при подальшій експлуатації шахти ці тимчасові виробки практично не використовуються. Слід також урахувати, що тимчасові гірські виробки для розміщення лебідок розташовуються поблизу ствола, адже в цьому випадку обсяги проходки найменші. Однак наявність біля ствола виробок великого поперечного перерізу, що є додатковими концентраторами напруг у масиві гірських порід, підвищує ймовірність виникнення гірських ударів і вимагає застосування матеріалоемних кріплень. Зі збільшенням глибини гірських робіт, що характерно для більшості розроблювальних родовищ, це стає усе більш актуальним для оснащення поглиблення вертикальних стволів.

Аналіз досліджень та публікацій. Проаналізувавши наукові публікації, ми прийшли до висновку, що скорочення обсягу тимчасових гірських виробок при оснащенні поглиблюючих стволів дотепер проводилося за двома напрямками: перший напрямок передбачає розміщення лебідок підвіски прохідницького устаткування на стаціонарних полках у перетині ствола; другим напрямком є розробка комплексів крокуючого обладнання.

Постановка завдання. Розробка схеми гідроприводу комплексу малогабаритного обладнання для підвіски опалубки при поглибленні стволів шахт.

Викладення матеріалу та результати. Кафедрою шахтного будівництва, Криворізького національного університету запропоновано для підвіски прохідницького обладнання застосувати гідравлічні домкрати-підйомники, що працюють при підйомі-спуску за принципом "крокування" по канатові.

Розроблена конструкція гідравлічних підйомників відрізняється малими габаритами, успішно пройшла стендові випробування, що підтвердило можливість їх практичного використання й створення на цій основі комплексу малогабаритного устаткування для бетонування стволів. Схема комплексу малогабаритного обладнання показана на (рис. 1).

Використання гідравлічних підйомників передбачає застосування маслососів, маслобака, а також елементів керування їх гідроприводом. Як робочий елемент при кріпленні стволів використовується стандартна секційна опалубка.