

В. В. КОВАЛЕНКО (НГУ, Российская Федерация), И. В. КУПЕНКО (ДонНТУ),
А. Ю. ПРОКОПОВ (ЮРГТУ, Российская Федерация), С. В. КАРГАПОЛОВ, (ДИОС,
г. Донецк)

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ АРМИРОВКИ СТВОЛОВ НА СКОРОСТЬ ИХ КОРРОЗИИ

На базі лабораторних досліджень встановлено особливості процесу корозії елементів армування, що знаходяться під навантаженням від підйомних судин та з боку породного масиву.

На базе лабораторных исследований установлены особенности протекания процесса коррозии элементов армировки, находящихся под нагрузкой от подъемных сосудов и со стороны породного массива.

On the basis of laboratory explorations the features of conducting the corrosive process in the shaft reinforcement parts under the load from lifting buckets and rock mass were determined.

Одним из факторов, влияющих на скорость коррозии элементов армировок вертикальных стволов, являются напряжения в проводниках и расстрелах, вызванные действием эксплуатационных нагрузок. Известно [1, 2], что коррозия напряженного металла идет быстрее, чем ненапряженного. Однако, при выборе антикоррозионных покрытий армировок стволов этот фактор не учитывается [3], что приводит к завышенной оценке их долговечности.

В работе [2] приведены результаты экспериментальных исследований влияния на скорость коррозии напряжений стальных образцов, вызванных действием на них различных нагрузок (1...5 кг). При этом моделировались условия работы металлических крепей горизонтальных выработок, а именно напряжения 50...250 МПа. Как показали расчеты [4], напряжения в элементах армировки стволов зачастую существенно превышают 250 МПа. Поэтому зависимость, полученная в [2], должна быть уточнена для условий работы армировки стволов. Для этого необходимо провести ряд дополнительных экспериментов по сходной методике [2], но при больших нагрузках на стальные образцы. Например, для моделирования напряжения 350 МПа в опыте должны быть использованы грузы массой 7 кг.

Испытания проводились в строительной лаборатории кафедры СШ и ПС ДонНТУ. При проведении лабораторных исследований был использован метод ускоренных коррозионных испытаний (УКИ), основанный на периодическом смачивании образцов в водном растворе хлорида натрия [5]. В данном эксперименте имитировались худшие из возможных условий коррозии металла по фактору минерализации

воды. Поэтому при проведении эксперимента использован водный раствор хлорида натрия (NaCl) с концентрацией последнего, равной 3% (что соответствует минерализации шахтной воды 30 г/л) с добавлением NH₄OH для имитации pH = 7 (условия шахт ГХК «Добропольеуголь» и ГХК «Павлоградуголь»). Образцы смачивались раствором 2 раза в сутки. Для определения зависимости скорости коррозии элементов армировок от действия нагрузок были смоделированы условия их работы: шарнирно-опертая балка, нагруженная по краям постоянной сосредоточенной силой. В экспериментальных наблюдениях использовалось 9 образцов с размерами 400×10×3 мм, выполненных из Ст5. На краях каждого образца были просверлены отверстия для крепления грузов. Расстояние между опорами было принято равным 100 мм. Этот участок образца был принят рабочим, т.е. в ходе испытания он покрывался тонким слоем раствора (2 раза в сутки). Перед проведением эксперимента поверхность рабочего участка очищалась от ржавчины при помощи металлической щетки. Вся остальная поверхность покрывалась защитным слоем из эмалевой краски. Перед испытанием образцам первой тройки были присвоены порядковые номера от 1 до 3, после чего они взвешивались. Первый образец загружался нагрузкой 6 кг, что соответствует напряжению $\sigma = 300$ МПа в реальных условиях, второй – 7 кг (350 МПа) и третий – 8 кг (400 МПа). Аналогичным образом нумеровались и испытывались образцы из второй и третьей троек. Испытания каждой из троек образцов проводились в течение 30 суток. По истечении 30 суток рабочие области всех образцов, включая их боковые грани, бы-

ли очищены от продуктов коррозии и повторно взвешены.

Общий вид одного из образцов в процессе испытания представлен на рис. 1., а на рис. 2 показаны образцы после испытаний.

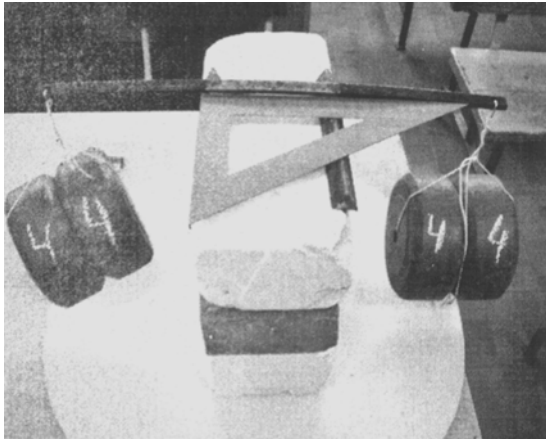


Рис. 1. Общий вид образца в процессе испытания под нагрузкой 8 кг

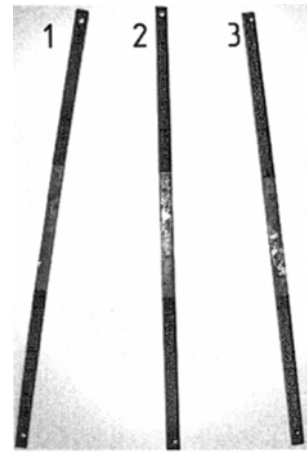


Рис. 2. Общий вид образцов после испытания под нагрузкой: 1 – 6 кг; 2 – 7 кг; 3 – 8 кг

При установлении итоговой зависимости (рис. 3) использовались данные, полученные ранее В. В. Коваленко [2]. Следует заметить, что при напряжениях $\sigma < 127$ МПа скорость коррозии K практически не зависит от σ , стремясь к значению 2.67 (см. рис. 3).

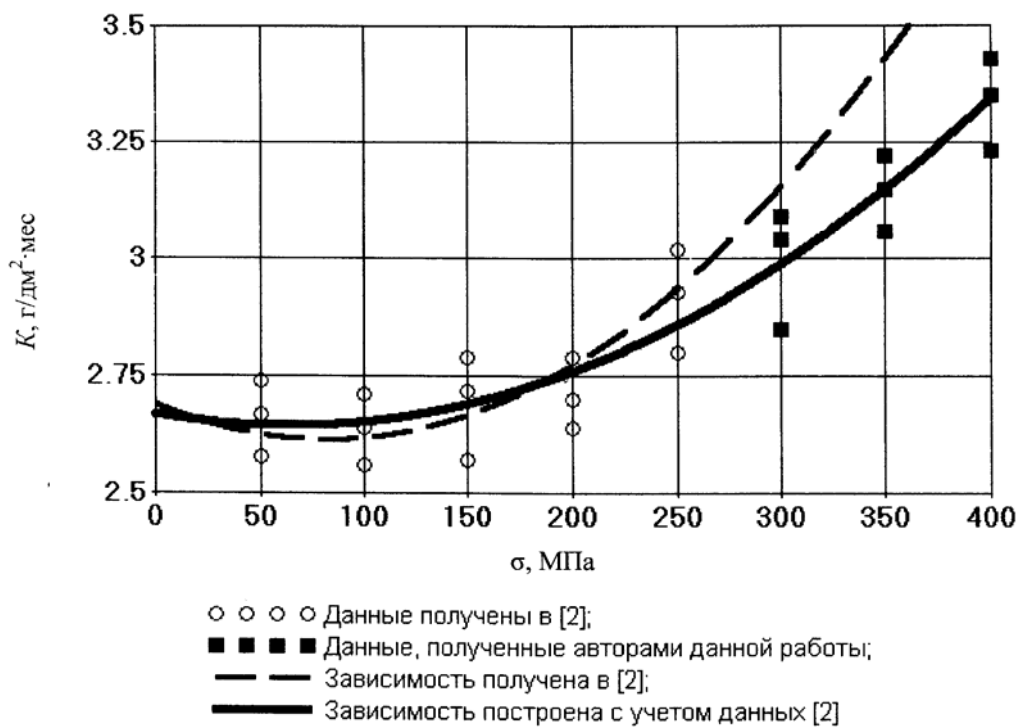


Рис. 3. Зависимость скорости коррозии металла от величины напряжений

Слагаемое 2.67 в правой части по сути представляет собой скорость коррозии при отсутствии напряжений в стали ($\sigma = 0$), или начальную скорость коррозии K_0 . Этот факт объясняется тем, что при проведении данного эксперимента на скорость коррозии оказывала влияние еще и минерализация воды (концентрация NaCl в растворе). Следовательно, при $\sigma < 127$ МПа на-

пряжения практически не влияют на процесс коррозии, скорость которого определяется в основном минерализацией воды. Как показывают расчеты, величина K_0 в самом деле практически совпадает со значением скорости коррозии при минерализации $C = 3\%$ и нулевой скорости движения струи воздуха.

С учетом вышесказанного, при значениях $\sigma < 127$ МПа общая скорость коррозии может быть принята равной K_0 . При значениях $\sigma \geq 127$ МПа, зависимость общей скорости коррозии от напряжений в элементах армировки (см. рис. 3) выражается следующим образом:

$$K_{\text{общ}} = K_0 + (0.62 \cdot 10^{-2} \cdot \sigma^2 - 0.78 \cdot \sigma) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где K_0 – начальная скорость коррозии, обусловленная влиянием минерализации шахтных вод и скоростью движения струи воздуха, г/дм²·мес.

Значительное влияние на скорость коррозии напряжений, близких к уровню предела текучести и выше, объясняется разрушением естественных защитных оксидных пленок, что облегчает доступ кислорода и коррозионной среды к поверхности металла. Направление дальнейших исследований – разработка методики расчета параметров противокоррозионных покрытий для различных горно-геологических условий работы армировок стволов с учетом полученных зависимостей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шлугер М. А. Коррозия и защита металлов / М. А. Шлугер, В. Ф. Ажогин, Е. А. Ефимов. – М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
2. Коваленко В. В. Повышение несущей способности металлической крепи капитальных горных выработок в условиях агрессивных шахтных вод: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.15.04. / Нац. гірн. ун-т. – Д., 2003. – 16 с.
3. Инструкция по противокоррозионной защите армировки стволов, металлоконструкций шахтной поверхности и другого горнотехнического оборудования. – Харьков: ВНИИОМШС, 1973.
4. Саакян Р. О. Обоснование параметров ремонтно-пригодной податливой армировки вертикальных стволов для условий деформирующегося породного массива: Автореф. дис. канд. техн. наук: 25.00.20 / Южно-Российский гос. техн. ун-т. – Новочеркасск, 2005. – 20 с.
5. Розенфельд И. Л. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов / И. Л. Розенфельд, К. А. Жигалова. – М.: Металлургия, 1966. – 347 с.

Поступила в редколлегию 22.10.2007.