

ПРАВИЛА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.А. КОНОВАЛОВ,
ООО «ТР Инжиниринг», главный технолог

В.А. ХАРИТОНОВ,
Сертификационный центр»
АО «НИЦ «Строительство», руководитель отдела,
кандидат технических наук

И.П. САВРАСОВ,
руководитель Сертификационного центра
АО «НИЦ «Строительство»,
кандидат технических наук

ПРИМЕНЕНИЕ габионной продукции, основу которой составляют сетки, в том числе плетеные, является сравнительно молодым, но динамично развивающимся направлением гражданского строительства. Габионные конструкции выполняют сегодня важную роль по защите ландшафта от разрушительных стихийных природных явлений. Они находят, в частности, широкое использование в железнодорожном строительстве — для усиления и стабилизации откосов насыпей и глубоких выемок, защиты берегов рек, конусов и опор мостов от размыва.

Зачастую при проектировании габионных конструкций для участков железных дорог, проходящих в горных районах или в местах со сложными климатическими условиями, забывают о внешних воздействиях на эти конструкции, таких как быстрые течения, карчеход, ледовая и волновая нагрузка и ряд других, от которых должна быть предусмотрена защита.

В основе любой защиты габионной конструкции лежит ее работа сопротивления нагрузкам, определяющая прочность габионного сооружения в целом. Эту работу обеспечивает материал, из которого выполнена габионная

конструкция. Конструкция должна удовлетворять определенному перечню технических требований, для которых установлены соответствующие нормы.

Практика нормирования и оценки соответствия этим нормам, сложившаяся сегодня при оценке качества габионных конструкций, в основном ориентирована на прочность проволоки, из которой производится сетка, а не на прочность самой конструкции. Например, основным документом при производстве стальных плетеных сеток является ГОСТ 5336—80, в котором не нормируется прочность сетки, а методы испытаний сводятся только к измерению геометрических параметров. Изготовление сеток двойного кручения, как правило, ведется согласно ГОСТ Р 51285—99, а габионных изделий из них — ГОСТ Р 52132—2003, в которых также отсутствуют показатели прочности сеток. В большинстве случаев в нормативных документах не указываются характеристики прочности изделий и не регламентируется порядок проведения механических испытаний. В связи с отсутствием единого порядка проведения испытаний каждый производитель вправе устанавливать свои требования и методы контроля качества продукции. Зачастую

он указывает только прочность проволоки сетки без подтверждения результатами испытаний прочности всей конструкции.

В то же время хорошо известно, что при изготовлении сетки может происходить изменение свойств проволоки, оказывающее в дальнейшем влияние на эксплуатационные качества сетки. Несомненно, что эти качества также могут серьезно зависеть и от дизайна габионов.

ООО «ТР Инжиниринг» совместно с АО «НИЦ «Строительство» впервые в национальной практике на основе собственного и зарубежного опыта разработало регламент по сертификации именно габионных конструкций. Этот регламент определяет порядок и требования к правилам и методам исследований (испытаний) и измерений, необходимых для добровольной сертификации габионных конструкций RockVox. Он может также распространяться на испытания стальных сеток и систем укрепления склонов.

Регламент по сертификации устанавливает порядок сертификации продукции, отбора образцов, оценки геометрических, защитно-декоративных параметров, механических свойств проволоки и сетки, требования к маркировке изделий, порядок оценки и подтверждения результатов сертификации, инспекционного контроля за сертифицированной продукцией. В данной статье приводится описание порядка оценки механических свойств только габионной конструкции RockVox.

Ввиду того что основным элементом, воспринимающим нагрузку в габионных конструкциях, служит сетка, механические

свойства габионной конструкции RockVox оцениваются по характеристикам механических свойств проволоки и сетки. К этим характеристикам относятся:

- временное сопротивление проволоки и ее относительное удлинение на начальной расчетной длине образца;
- прочность сетки на растяжение;
- прочность узла сплетения сетки;
- прочность сетки на продавливание.

Испытание проволоки на статическое растяжение. Проводится согласно ГОСТ 10446–80. Поскольку данный тип испытаний регламентирован действующим государственным стандартом и выполняется производителями проволоки в обязательном порядке, в статье он не описывается.

Испытание сетки на растяжение. Прочность сетки при растяжении определяется силой, действующей на единицу длины, при этом растягивающая сила прикладывается как параллельно, так и перпендикулярно направлению плетения (рис. 1). Для проведения испытаний используют образцы полотен сетки (далее – образцы сетки) шириной и длиной 1 м (-10 %/+20 %) с учетом размеров конструкции испытательной рамы. Образцы сетки отбирают случайным образом из серийной продукции или партии. При отборе образцов сетки необходимо избегать их деформации и ухудшения эксплуатационных характеристик, которые могут привести к искажению результатов испытаний и изменению требований, используемых при оценке сетки и подтверждении ее соответствия заявленным нормативным документам.

Для испытания сетки на растяжение применяется испытательная рама с неподвижной и

подвижной частями (рис. 2). Неподвижная часть предназначена для фиксации образца сетки, подвижная – для передачи нагрузки. Образец сетки закрепляется в раме с помощью зажимов по всему периметру. Боковые зажимы, имеющие свободное перемещение в направлении действия нагрузки, не дают образцу сужаться во время натяжения. Перед началом испытаний необходимо выполнить предварительное натяжение образца с нагрузкой, составляющей 3 % от номинальной прочности сетки на растяжение. Замеряют рабочую длину и ширину образца сетки с погрешностью ±1 мм. Растяжение образца выполняют с постоянной скоростью не более 90 мм/мин. Относительная погрешность измерения не должна превышать ±5 %. Испытание сетки на растяжение проводят до разрушения сетки (обычно до первого разрыва проволоки или узла сплетения) с фиксацией усилия разрушения в килоньютонах (кН) или килограмм-силах (кгс).

Прочность сетки при растяжении определяют как отношение разрывного усилия к рабочей ширине образца:

$$P = P_{\max} / b,$$

где P – прочность сетки на разрыв, кН/м; P_{\max} – максимальная нагрузка (разрывное усилие), соответствующая разрушению образца сетки, кН; b – рабочая ширина образца, м.

Удлинение образца сетки в направлении действия нагрузки определяют по смещению подвижной части рамы в направлении нагрузки, выполняя измерения в начале и конце испытания. За результат удлинения образца сетки принимают среднее арифмети-

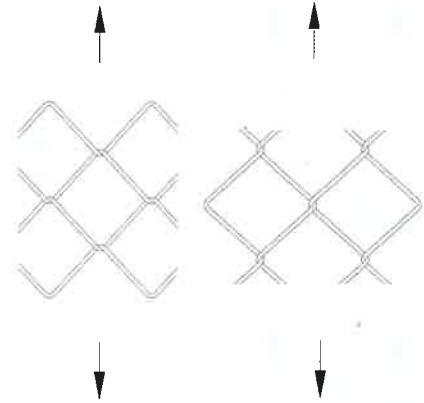


Рис. 1. Приложение силы к образцам сетки при их испытании на растяжение

ческое от результатов нескольких испытаний. Испытание считается удовлетворительным, если разрыв проволоки сетки возникает на расстоянии от места разрыва до зажима $l > d$, где d – диаметр проволоки. Если разрыв происходит вблизи зажимов ($l \leq d$), то испытание считается некорректным и требуется проведение повторного испытания. Если и оно дает неудовлетворительный результат, вся партия считается не прошедшей оценку (подтверждения заявленным нормативным документам).

Результаты испытаний оформляются протоколом.

Испытание узла сплетения сетки на разрушение. В местах сплече-

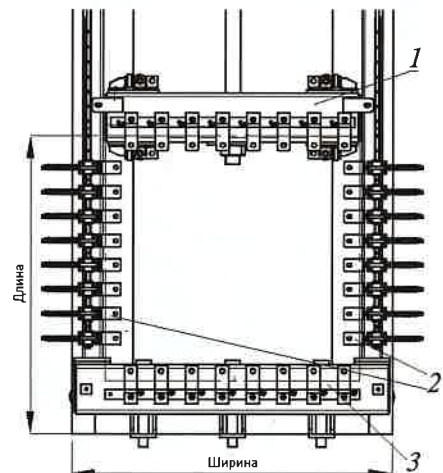


Рис. 2. Рама для испытания сетки на растяжение:
1 – подвижная часть;
2 – боковые зажимы;
3 – неподвижная часть

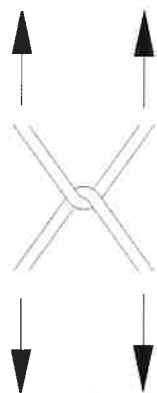


Рис. 3. Схема направления сил, прикладываемых для определения разрушающего усилия узла сплетения сетки при растяжении

ния наибольшее усилие сопротивления сетки разрушающим нагрузкам проявляется в направлении сил, действующих, как показано на левой части рис. 1. Разрушающее усилие отдельного узла сплетения определяют максимальной силой, выдерживаемой образцом до разрушения, с приложением сил так, как показано на рис. 3. Образцами для испытания узлов сплетения являются два противоположных V-образных элемента (рис. 4), отобранных из близких спиралей сетки, образующих при сплетении

Рис. 4. Образец, подготовленный для испытаний узлов сплетения сетки на растяжение, и его испытание на разрывной машине



узлы. Длина образца для испытаний должна быть не менее длины стороны ячейки сетки. Перед испытанием допускается проводить правку образцов, которая не должна оказывать влияния на состояние поверхности и форму поперечного сечения проволоки.

Растяжение образцов выполняется на разрывной или универсальной испытательной машине. Предпочтительно использование зажимов машины с гладкими губками. Растяжение узла сплетения производят до его разрушения с фиксацией усилия разрушения в килоньютонах (кН) или килограмм-силах (кгс). Относительная погрешность измерения не должна превышать $\pm 5\%$.

В случае разрушения проволоки усилием ниже нормированного для узла сетки проводят повторное испытание. Если и оно дает неудовлетворительные результаты, вся партия считается не прошедшей оценку.

Результаты испытаний оформляются протоколом.

Испытание сетки на продавливание. Прочность сетки на продавливание определяется силой разрушения сетки, приложенной в направлении, перпендикулярном плоскости образца. Для проведения испытаний используют образцы сетки шириной и длиной 2 м ($-10\%/+20\%$) с учетом размеров конструкции испытательной рамы. Образцы отбирают случайным образом из серийной продукции или партии. При отборе образцов необходимо избегать их деформации и ухудшения эксплуатационных характеристик, которые могут привести к искажению результатов испытаний и изменению требований, используемых при оценке сетки и подтверждении ее соответствия заявленным нормативным документам. Рабочую длину и ширину образца измеряют с погрешностью ± 1 мм.

Для испытания сетки на прочность при продавливании применяется испытательная рама (рис. 5). Образец сетки закрепляют в раме с помощью зажимов по периметру. Усилие к образцу прикладывают через расположенную, как правило, в середине образца пластину или диск наружным диаметром 300 мм ($\pm 10\%$) с тяговым болтом в центре. На пластине (диске) со стороны соприкосновения ее с сеткой выполняется закругление радиусом 10 мм, чтобы острый край пластины не резал проволоку.

Испытание на продавливание проводят до разрушения сетки (обычно до первого разрыва проволоки или узла сплетения) с фиксацией усилия разрушения в килоньютонах (кН) или килограмм-силах (кгс). Относительная погрешность измерения не должна превышать $\pm 5\%$. Геометрию пластины или диска подбирают таким образом, чтобы максимально достоверно имитировать нагрузку (например, от материала заполнителя — камня) в период эксплуатации изделия. Результаты испытаний оформляются протоколом.

Ввиду того что прочностью сетки на продавливание, как правило, можно пренебречь, если прочность сетки при растяжении удовлетворяет действующим нормам, испытание на продавливание не является обязательным при сертификации.

ООО «ТР Инжиниринг» разработали и ввели в эксплуатацию испытательный стенд для проведения испытаний различных типов сеток и панелей на растяжение, продавливание, срез анкером (рис. 6).

Порядок сертификации. Сертификация осуществляется путем оценки и подтверждения соответствия регламентируемым требованиям любых фактических значений параметров выборки, полученных при испытаниях.

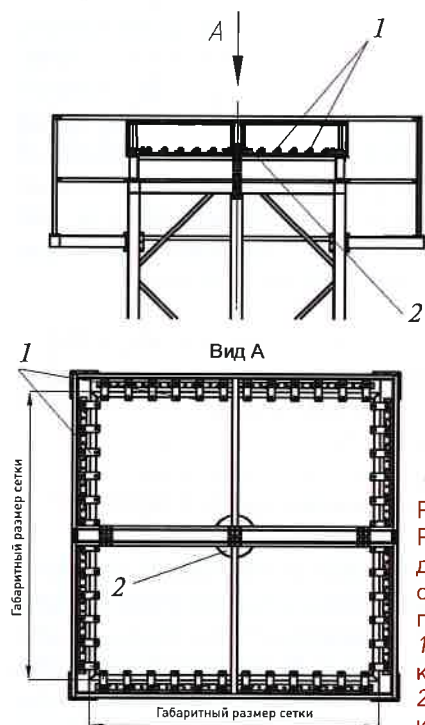


Рис. 5. Рама для испытаний сетки на продавливание: 1 – зажимы для крепления сетки; 2 – пластина или диск



Рис. 6. Общий вид испытательного стенда ООО «ТР Инжиниринг» и выполнение на нем испытаний сетки на продавливание (фрагмент в верхнем углу)

Оценка на соответствие регламентируемым требованиям, изложенным в заявленных нормативных документах, выполняется по гарантированным крайним браковочным значениям.

Для оценки при испытаниях механических свойств проволоки сетки – временного сопротивления разрыву σ_b и относительного удлинения δ_{200} – используют крайние (граничные) значения C_{min} , соответствующие регламентируемым (браковочным) требованиям для указанных параметров в заявленных нормативных документах. Результаты любых единичных испытаний X при определении σ_b и δ_{200} должны соотноситься с регламентируемыми (номинальными минимальными) параметрами $C_{ном}$ следующим образом:

$$X \geq C_{ном} + a_1,$$

где a_1 – коэффициент повышения надежности результатов сертификационных испытаний при применении метода оценки по гарантированным единичным браковочным (крайним) значени-

ям; для σ_b принимается равным 10 Н/мм^2 , для δ_{200} – 0,5 %.

Для оценки прочности сетки при растяжении, разрушающего усилия узла сплетения сетки, прочности сетки на продавливание применяются крайние значения C_{min} , соответствующие регламентируемым значениям указанных параметров в заявленных нормативных документах. Значения результатов любых единичных испытаний X при определении прочности сетки, узлов сплетения и прочности сетки на продавливание должны соотноситься с нормативными (номинальными минимальными) параметрами $C_{ном}$ следующим образом:

$$X \geq C_{ном}.$$

При испытаниях по единичным показателям продукция считается прошедшей сертификацию, если все результаты единичных испытаний удовлетворяют требованиям, регламентируемым нормативными документами при оценке соответствия.

По мнению авторов, необходимо выработать единый порядок проведения испытаний габионных конструкций и стальных сеток, что будет отвечать интересам как производителей, так и потребителей. Без регламентирования методик испытаний возникает вопрос достоверности указываемых производителями прочностных характеристик изделий, появляются также сложности у проектных организаций при проведении прочностных расчетов сооружений из данных изделий.

Характеристики механических свойств проволоки и сетки являются наиболее важными параметрами габионных конструкций. Отсутствие таких характеристик или заведомо неточные данные могут привести к разрушению сооружения в целом. Изложенные в статье правила и методы исследований (испытаний) габионных конструкций RockBox позволяют получить полную картину их механических свойств.