

національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2008. №87.-С.332-341.

6. Мельник В.М., Ружинська Л.І., Форостянко В.С. Побудова математичної моделі процесу розчинення твердих речовин в умовах дії

ультразвуку/ Технологічний аудит та резерви виробництва. - 2017. №1/3(33). - С. 28-33;

7. Деклараційний патент на корисну модель № 14515, Україна, МПК B01D 11/02. Вібраційний екстрактор/ В.Л. Зав'ялов, В.С. Бодров, Н.В. Попова, Т.Г.Мисюра. - № u200511361; заявл. 30.11.2005; опубл. 15.05.2006, бюл. № 5.

Сайда С.К.

канд.техн.наук,

Доцент кафедри строительного производства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ, ЗАПОЛНЕННОЙ БЕТОНОМ

Конструктивный элемент в виде стальной оболочки, заполненной бетоном (трубобетон), является одним из наиболее прогрессивных видов строительных конструкций. Преимущества таких конструкций – легкость, минимальная трудоемкость при изготовлении и монтаже, низкий расход дефицитных материалов, и, в конечном счете, низкая себестоимости строительства.

В трубобетонных конструкциях эффективно используются специфические свойства применяемых материалов, что дает существенную экономию стали и цемента, приводит к уменьшению размеров поперечного сечения элементов конструкций, и следовательно, их веса и транспортных затрат.

В результате сравнения несущей способности трубобетонных и железобетонных образцов с равными площадями сечения бетона и арматуре установлено, что трубобетон по несущей способности в 1.8-2.5 раза эффективнее железобетона [1].

Под действием нагрузки в поперечном направлении обжатия бетона сначала незначительно, с ростом нагрузки оно увеличивается и почти достигает величины призмочной прочности. Продольные напряжения в бетоне значительно возрастают от начала загрузки до его окончания, превосходя призмочную прочность. Боковое давление создает объемное напряженное состояние, препятствуя расширению бетона и развитию микротрещин [2].

Вопросам теории расчета и конструирования трубобетона посвящены работы А.А.Гвоздова [3], А.И.Кикина [4], Р.С.Санжаровского [5], и другие. Однако нет еще четкого представление о физической сущности работы бетона в оболочке, а также достаточно обоснованного метода определения разрушающей и расчетной нагрузок, имеются противоречивые мнения и по оценке напряженно-деформированного состояния трубобетонного элемента при осевом сжатии.

Так, А.А.Гвоздев [3] предложил определить разрушающую осевую нагрузку по предельному сопротивлению оболочке в поперечном направлении и разрывающему действию давления бетонного ядра. Это означает, что продольные деформации достигают определенной величины

превышения, которой сопровождается переходом стержня в предельное состояние по большим необратимым деформациям.

Для определения прочности трубобетонных стержней им были положены следующие предположки:

- при центральном сжатии исчерпание несущей способности стальных труб, заполненных бетоном, когда оболочка и ядро находятся в пластичной стадии;

- с достижением текучести в стальной трубе напряженное состояние удовлетворяет условиям пластичности Генки-Мизеса;

- к моменту достижения предельной нагрузки на стальную трубу с бетонным ядром имеет место и условие текучести .

Исходя из этого, А.А.Гвоздев делает вывод, что в момент достижения предельного состояния стальная оболочка работает лишь как обойма. При этом она способна воспринимать только распор бетонного ядра, а вся продольная нагрузка воспринимается бетонным сердечником.

В других работах за предельное состояние принимается тот момент, когда в стальной оболочке кольцевые напряжения достигают предела текучести. Авторы рассматривают совместную работу стальной трубы и бетонного ядра при напряжениях в бетоне, больше призмочных и делают вывод о том, что в рассматриваемый момент имеют место два взаимно обусловленных и включающих друг друга процесса: с одной стороны- процесс “разупрочнения” бетона за счет интенсивного развития внутренних трещин, а с другой стороне- процесс “упрочнения” , бетонного ядра за счет возрастающего реактивного давления обоймы. Несущая способность трубобетонного элемента считается исчерпанной, когда прекращается процесс упрочнения бетонного ядра.

В основе предельного состояния у других авторов принята трактовка Н.С.Стрелецкого, в которой “предельная деформация является главенствующей, определяющей, предельное состояние, а силовой фактор лишь подбирается по предельной деформации”. Это означает, что продольные деформации достигают определенной величины, с превышением которой наступает

предельное состояние по необратимым деформациям.

В этом случае В.А.Росновский [6] считает, что норму неопредельности продольной деформации можно установить постоянной, не зависящей от прочностных характеристик стержня.

В работе [5] проведено экспериментально-теоретическое изучение напряженно-деформированного состояния трубобетонного элемента вблизи предельного состояния соответствующего силе при которой продольная деформация становится равной деформации начала площадки текучести стали на диаграмме напряжение-деформация, устанавливается наличие малого поперечного обжатия бетона и его способность наряду с благоприятными условиями твердения существенно повышать прочность бетона в продольном направлении.

С помощью корреляционного и регрессионного анализов авторами построена модель прочности бетона в трубе. В результате анализов авторы пришли к тому, что прочность бетона в трубе, вблизи указанной силы, мало зависит от диаметра оболочки, толщины оболочки и других факторов, а существенно от кубиковой прочности бетона.

Анализируя вышеизложенное видно, что фактор сцепления бетона с оболочкой неучтен. Неучтен также способ передачи нагрузки (на бетонное ядро или одновременно на ядро и оболочку).

Очевидно, что под действием осевого продольного усилия, бетонное ядро получает наряду с продольной некоторую поперечную деформацию. Однако оболочка препятствует поперечной деформации ядра. В результате между оболочкой и ядром возникают радиальные усилия взаимодействия, которые для оболочки являются внутренним давлением, для ядра же они являются внешним давлением, уменьшающим радиус поперечного деформирования по сравнению со свободным расширением.

При передаче внешней нагрузкой и на оболочку, и на ядро они деформируются вдоль образующей совместно без взаимодействия в радиальном направлении, пока коэффициент Пуассона в бетоне меньше, чем в стали и только при напряжениях в бетоне порядка половины значения призмочной прочности развивается процесс

образования продольных микротрещин, отдельных несмыкающихся разрывов, которые ведут к увеличению коэффициента Пуассона для бетона и наступлению предельного состояния. С этого момента начинает проявляться эффект обоймы, бетон оказывается всесторонне сжатым, повышается его прочность. В определенных случаях деформация оболочки может быть больше деформации ядра и никаких радиальных напряжений между ними не будет, так как отзвонные напряжения могут возникнуть лишь за счет диффузии, но они очень малы и их можно не принимать во внимание.

Когда внешняя осевая нагрузка прикладывается только к ядру, между бетонным ядром и стальной оболочкой возникают тангенциальные усилия взаимодействия которые приводят к радиальным взаимодействиям начиная с первых этапов загрузки.

Следовательно, передача сжимающей нагрузки на бетонное ядро более целесообразно, так как в стадии эксплуатации при этом возникают относительно большие усилия обжатия бетонного ядра, препятствующие поперечному трещинообразованию в бетоне ядра; эффект обоймы в стадии эксплуатации тем выше, чем меньше сцепление бетона со стенкой трубы.

В предельной стадии влияние способа передачи нагрузки (на бетон или на все сечение трубобетонного элемента) практически незначительно.

Список литературы

1. Долженко А.А. Усадка бетона в трубчатой обойме. /сб. бетон и железобетон, №8, 1960.
2. Стороженко Л.И. Трубобетонные конструкции – Киев: Будивельник, 1978.
3. Гвоздев А.А. Теория и расчет трубобетона в сплошной металлической обойме: отчет ЦНИПС, ч I, 1933.
4. Кикин А.И., Труль В.А., Санжаровский Р.С. Конструкции из стальных труб заполненных бетоном. – М.: Стройиздат, 1974.
5. Санжаровский Р.С. Несущая способность сжатых трубобетонных стержней. /сб.бетон и железобетон, 1971 №11.
6. Росновский В.А. Трубобетон в мостостроении. – Трансжелдориздат, 1963.