

## РАСШИРЕНИЕ ПРОЁМА В НЕСУЩЕЙ КИРПИЧНОЙ СТЕНЕ ПРЕССОВОГО ЦЕХА СООА «БЕЛОВЕЖСКИЕ СЫРЫ»

А. Б. Шурин<sup>1</sup>, А. В. Мухин<sup>2</sup>, М. А. Луговской<sup>3</sup>

<sup>1</sup> К. т. н., доцент, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» УО «БрГТУ», Брест, Беларусь, shuryn@mail.ru

<sup>2</sup> К. т. н., доцент, профессор кафедры «Строительные конструкции» УО «БрГТУ», Брест, Беларусь

<sup>3</sup> М. т. н., начальник Испытательного центра УО «БрГТУ», Брест, Беларусь

### Реферат

В статье рассматривается конструктивное решение по расширению проема в производственный цех СООА «Беловежские сыры» и технология его монтажа и включения в работу. Увеличение ширины проёма вызвано необходимостью перемещения и монтажа во внутренних помещениях трех крупногабаритных установок по производству сыра. Основной несущей конструкцией усиления являются спаренные фермы. Каждая ферма представляет собой плоскую раму с жесткими узлами, запроектированную по типу балок инженера А. Виренделя.

**Ключевые слова:** расширение проема, спаренные фермы, балка А. Виренделя.

### EXTENSION OF THE OPENING IN THE CARRYING BRICK WALL IN THE INDUSTRIAL BUILDING OF THE «BELOWIEZA CHEESE» PLANT

A. B. Shuryn, A. V. Muchin, M. A. Lugovskoj

### Abstract

The article describes the structural solution and technology used to widen an opening in the industrial building of the «Belowieza Cheese» plant. The problem was caused by the need for the installation of the bulky machines for cheese production. The main load-bearing structure used for gain is formed by paired trusses. Each truss is a plain frame with rigid joints, designed as a Virendel beam.

**Keywords:** widen an opening, paired trusses, Virendel beam.

### Введение

При проведении модернизации или реконструкции зданий и сооружений, как правило, требуется изменение размеров проёмов для ворот, дверей, окон. При незначительном изменении ширины проёмов в пределах опирания перемычек возможно применение традиционных конструктивных решений, связанных с размещением дополнительных балок в пределах существующих элементов, либо взятие кладки проёма «в обойму». Но, существенное расширение существующих проёмов с передачей опорных реакций от существующих конструкций решается с использованием стальных прокатных профилей больших номиналов, позволяющих распределять часть переменных вертикальных нагрузок по высоте обрамления с помощью различного типа анкеров, установленных в кирпичной кладке по высоте проёма, или с использованием опорных конструкций в виде баз.

Отдельной проблемой является включение в работу на постоянные нагрузки элементов усиления, пренебрежение которой может привести к деформации кладки, и соответственно, к появлению в ней трещин, что не допустимо в соответствии с действующими ТНПА. Сложной задачей является увеличение проёма пролёта в несколько раз ввиду необходимости решения конструкторской и технологической задачи при действующем производстве и сжатых сроках её решения.

### Конструктивное решение усиления

Увеличение ширины проёма вызвано необходимостью перемещения и монтажа во внутренних помещениях прессового цеха СООА «Беловежские сыры» трех крупногабаритных установок по производству сыра с размерами в плане 10,626×3,086 м.

Прессовый цех СООА «Беловежские сыры» в г. Высокое построен в начале 60-х годов 20 века и заблокирован с 4 сторон с помещениями различного назначения. Стены цеха толщиной 380 мм выполнены из полнотелого керамического кирпича и опираются на ленточные фундаменты [1].

Расширяемый проем обеспечивает доступ со стороны проходной галереи и лаборатории во внутренние помещения сырцеха (рисунок 1). Ширина проема 3,28 м, высота 3,3 м. При разработке проекта производства работ по монтажу оборудования было установлено, что существующий в кирпичной стене проём необходимо увеличить до 8 м в свету и обеспечить его высоту не менее 2,6 м.

Разработка проекта по расширению проема усложнялась конструктивными особенностями кирпичной стены в зоне существующего проема. К стене с расширяемым проемом с одной стороны примыкает двухэтажный блок с проходной галереей на первом и лабораториями на втором этажах. Несущими элементами перекрытия и покрытия двухэтажного блока выступают сборные железобетонные

ребристые плиты с размерами 1,5х6 м и 3х6 м соответственно, высотой 350 мм. С другой стороны стены расположены производственные помещения (сырцеха), со стороны которых на кирпичную стену опираются сборные железобетонные плиты покрытия номинальными размерами 3,0×6,0 м. Еще одна особенность размещения плит покрытия со стороны сырцеха – наличие перепада высот кровли по грани пролёта существующего проёма от +6,33 до +7,85 м.

Расположение проема позволило выполнять работы без остановки действующего производства. Характеристическое значение погонной постоянной нагрузки на стену, которая в зоне проёма, составляет 114 кН/м.

Фундамент под существующую стену в зоне выполнения работ выполнен ленточным сборным из фундаментных блоков ФБС шириной 400 мм и подушек типа ФЛ шириной 1200 мм и высотой 300 мм. Глубина заложения фундамента –1,530 м. Ввиду существенного увеличения нагрузки на фундамент при производстве работ возникла необходимость его усиления по краям расширенного проёма. Усиление выполнено путем устройства на существующем фундаменте монолитной железобетонной обоймы с размерами в плане 1,6×1,6 м.

На этапе проектирования рассматривалось два варианта конструктивных решений передачи нагрузки от стены на фундамент. Первый вариант – это спаренные стальные балки, второй – спаренные стальные фермы. Ввиду существенной нагрузки от стен и повышенной металлоемкости балок был принят вариант, в котором в качестве основной несущей конструкции усиления использовались спаренные фермы. Каждая ферма представляет собой плоскую раму с жесткими узлами, запроектированную по типу балок инженера Артура Виренделя, работающую главным образом на изгиб [2]. Высота ферм по внешнему контуру 1150 мм (рисунок 2). Пояса и стойки фермы выполнены из двутавров стальных горячекатаных 25К1 по СТО ОАСМ 20-93. Ввиду значительных поперечных сил, достигающих в стойках до 600 кН, принято решение усилить узлы фермы Ф1 вутами из листовой стали. Особое внимание при изготовлении конструкций было уделено сварным швам, связывающим стойки фермы с поясами, которые запроектированы равнопрочными с полным проваром с I-м уровнем качества сварных швов (т.1 по [3]).

Спаренные фермы Ф1 установлены по длине проёма, на которые через ряд траверс (Т1 и Т2) в стенах передаются нагрузки от собственного веса строительных конструкций и функциональные нагрузки от имеющегося оборудования. Для восприятия нагрузок от перекрытия и покрытия предусмотрены траверсы под рёбрами железобетонных плит перекрытия над первым этажом (траверса Т1) и под существующей железобетонной перемычкой проёма (траверса Т2), а также отдельные стойки под рёбрами плит покрытия (К2 и К3), которые при-

креплялись к существующей стене химическими анкерами. Траверсы в стенах (Т1) были выполнены из бесшовных горячедеформированных труб Ø102×10 по ГОСТ 8278, которые установили в круглые отверстия в кирпичной стене на растворе с напрягающим цементом.

Спаренные фермы были установлены на колонны К1 через стальные траверсы Т3, выполненные также из стальных горячекатаных двутавров 25К1 по СТО АСЧМ 20-93. Для установки второй колонны в несущей стене с противоположной стороны на расстоянии 5 м от края проема пришлось пробить нишу. Опирающие колонны К1 на фундаменты также было осуществлено через траверсы, установленные на регулируемые по высоте анкерные болты, заделанные в монолитные фундаменты. Все расчеты металлоконструкций выполнены в соответствии с требованиями ТКП EN 1993-1-1 [4] и ТКП EN 1993-1-8 [5].



Рисунок 1 – Существующий проём до реконструкции со стороны производственных помещений (сырцеха)



Рисунок 2 – Общий вид усиленного проёма со стороны производственных помещений (сырцеха)

#### Технология монтажа

Разработка технологии выполнения работ потребовала учёта рабочего времени предприятия, работающего в две смены. Включение в работу строительных конструкций усиленных проёмов в жилых и гражданских зданиях выполняется, как правило, с использованием гидравлических и механических домкратов, но в данном случае включение в работу конструкции усиления производилось с использованием винтовых стоек.

Авторами был проведен расчётный анализ поведения конструкции усиления проема прессового цеха СОАО «Беловежские сыры» на различных этапах возведения, позволивший решить вопрос начала демонтажа кладки: от существующего проёма или от выполненной ниши для второй стойки, так как первая была установлена в существующем проёме. Поэтому авторами была разработана следующая последовательность выполнения работ:

- Выполнение ниш под опорные траверсы Т4.
- Устройство ниши в зоне существующего проёма в теле фундамента под траверсу Т4 следует выполнять после установки страховочных опор под железобетонной перемычкой.
- Устройство фундаментов под траверсы Т4.
- Устройство в кладке круглых отверстий под траверсы Т1.

- Установка на растворе М100 с напрягающим цементом траверсы Т1.
- Монтаж спаренной фермы Ф1 на траверсы Т1 и страховочные винтовые опоры.
- Монтаж колонн К1 по торцам проема. Монтаж колонны с противоположной стороны проема выполнять после устройства в кладке стены ниши.
- Монтаж траверсы Т4 на слой мелкозернистого бетона.
- Поддомкрачивание или подклинивание спаренной фермы Ф1 через страховочные винтовые опоры.
- Монтаж опорных конструкций траверсы Т1, стоек С4, траверсы Т2.
- Включение в работу анкерных болтов после набора не менее 75% прочности бетоном фундамента.
- Монтаж стоек К2 и К3 и их крепление к несущей стене с использованием химических анкеров.
- Расширение проёма до 8,5 м путём демонтажа оставшейся части кладки.
- Демонтаж страховочных опор.

После монтажа оборудования была произведена закладка проема. Демонтаж конструкций усиления производился после набора кирпичной кладкой заданной прочности. В результате визуального обследования стены в зоне заложённого проема трещин в кладке, просадки стены не обнаружено.

#### Заключение

1. Проводимое авторами наблюдение за стеной до и после проведения работ по расширению и после закладки проема в производственный цех СОАО «Беловежские сыры», и демонтажа конструкции усиления позволило установить отсутствие в кладке стены каких-либо трещин. Увеличение просадки стены, прогибов несущих конструкций перекрытия и покрытий также не установлено. В результате поверочных расчётов стальных конструкций усиления вместе с кладкой стены установлено, что максимальный расчетный прогиб составляет 1,3 см, что не превышает 1/500 пролёта.
2. Разработанное авторами конструктивное решение по расширению существующего проема в производственный цех СОАО «Беловежские сыры» с использованием ферм с жесткими узлами по типу балок А. Веренделя и технологию по их включению в работу возможно применять при пролетах до 20-30 м в зданиях гражданского и промышленного назначения.

#### Список цитированных источников

1. Шурин, А. Б. Трёхгранные фермы из гнутосварных профилей / А. Б. Шурин, Н. Н. Шалобыта, А. В. Мухин, Т. П. Шалобыта // Вестник БрГТУ. – Брест, 2019. – № 1 : Строительство и архитектура. – С. 47–49.
2. Артюхович, Д. В. Балка Виренделя // Строительство. Энциклопедический словарь. – Ставрополь: Параграф, 2011. – С. 37. – 766 с.
3. Межгосударственный стандарт. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия : ГОСТ 23118-2012. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартинформ, 2013. – 25 с.
4. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций : ТКП EN 1993-1-1-2009\*. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий – 88 с.
5. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций : ТКП EN 1993-1-8-2009\*. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – Часть 1-8. Общие правила и правила для зданий – 128 с.

#### References

1. Shurin, A. B. Tryohgrannnye fermy iz gnutosvarnykh profilej / A. B. Shurin, N. N. Shalobyta, A. V. Muhin, T. P. Shalobyta // Vestnik BrGTU. – Brest, 2019. – № 1 : Stroitel'stvo i arhitektura. – S. 47–49.
2. Artyuhovich, D. V. Balka Virendelya // Stroitel'stvo. Enciklopedicheskiy slovar'. – Stavropol': Paragraf, 2011. – S. 37. – 766 s.
3. Mezghosudarstvennyy standart. Konstrukcii stal'nye stroitel'nye. Obshchie tekhnicheskie usloviya : GOST 23118-2012. – Vved. 01.07.2013. – M. : Standartinform, 2013. – 25 s.
4. Tekhnicheskij kodeks ustanovivsheysya praktiki. Evrokod 3. Proektirovanie stal'nykh konstrukcij : TKP EN 1993-1-1-2009\*. – Minsk : Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus', 2015. – Chast' 1-1. Obshchie pravila i pravila dlya zdaniy – 88 s.
5. Tekhnicheskij kodeks ustanovivsheysya praktiki. Evrokod 3. Proektirovanie stal'nykh konstrukcij : TKP EN 1993-1-8-2009\*. – Minsk : Ministerstvo arhitektury i stroitel'stva Respubliki Belarus', 2015. – Chast' 1-8. Obshchie pravila i pravila dlya zdaniy – 128 s.

Материал поступил в редакцию 14.10.2019