

## Качество конструкторской проектной документации с точки зрения технической экспертизы в Литве

*Д.т.н., доцент М. Самофалов\**,  
Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса  
*Д.т.н., доцент В. Папинигис*,  
Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса

### Введение

Особым видом инженерной деятельности является техническая экспертиза. Это ответственная работа, требующая как высокого уровня профессиональных знаний в узкоспециализированной области, так и общего понятия существующих традиций, способности ориентироваться и принимать верные решения в конкретных ситуациях. Согласно действующей в Литве классификации в области строительства [1], экспертные работы подразделяются на два вида: экспертиза состояния существующих сооружений и экспертиза проектов сооружений. В данной публикации рассматривается вопрос экспертизы конструктивной части проектов.

Научных публикаций об экспертизах проектной документации в Литве нет. Хотя этап совершенствования проектной документации по замечаниям и рекомендациям экспертов является последним и поэтому наиболее напряжённым перед сдачей проектов на утверждение заказчику и далее – в производство [2, 3].

Экспертиза проектов в Литве носит поверочный характер [1]. Основная цель – определить соответствие принятых в проекте решений требованиям действующих норм.

Данная публикация преследует цель быть полезной как в прикладной научно–технической отрасли, так и для инженеров-практиков. Рассмотренные в работе образцы ошибок и статистические данные выражают сугубо индивидуальное мнение авторов. Проблематика технических решений и вопросы организации качественного проектирования [4] на сегодняшний день являются актуальными. Детальное рассмотрение и анализ результатов экспертизы проектов даёт богатый материал, на основе которого следует улучшать качество проектной документации вообще и конструкторских решений в частности [5], повышать квалификацию проектировщиков и экспертов, совершенствовать нормы проектирования. К сожалению, этот источник информации остаётся мало задействованным, а зачастую наоборот – экспертные бюро стараются не обобщать и не афишировать результатов своей работы. В статье делается попытка совершенствовать инженерные решения не путём создания новых теорий или методов расчёта, а путём анализа ошибок проектной документации и подготовке предложений по её совершенствованию. Такой подход является консервативным в инженерном деле.

### Проектная документация

До 1991 г. в Литве действовали СНиП и соответствующая система технических стандартов СССР.

С 1991 до 2010 г. осуществлялся постепенный переход к использованию норм *Европейского Союза* (ЕС). Для этого были разработаны [6] *строительно–технические регламенты* (СТР), преследующие две цели: во-первых, поэтапно ознакомить инженеров-практиков с системой требований ЕС [7]; во-вторых, подготовить национальные нормы проектирования и согласовать соответствующие параметры для гармонизации национальных норм в системе документооборота ЕС. Начало применения единых общеевропейских норм: 1 марта 2010 г.

Требования к качеству в строительной отрасли представлены в директиве Совета Европейского Экономического Сообщества 89/106/ЕЕС от 21 декабря 1988 г.

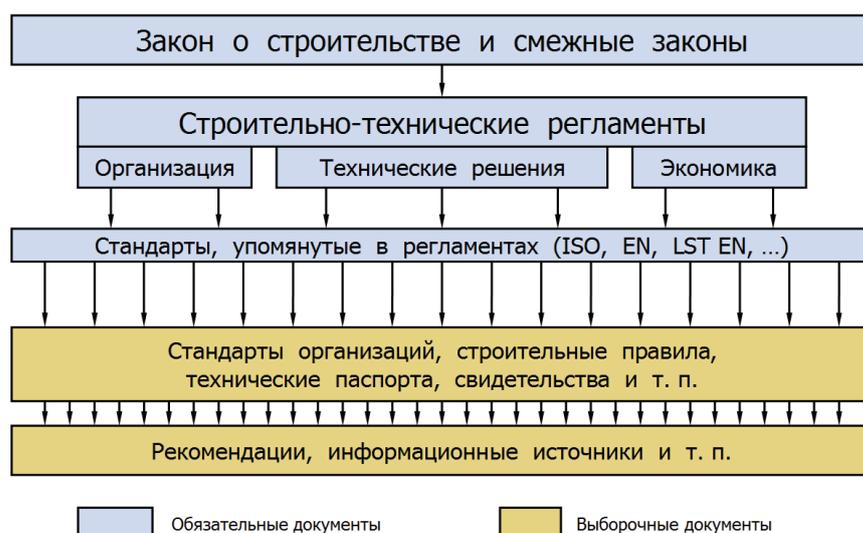


Рисунок 1. Схема уровней правовых документов

Самые важные показатели по каждому из принципиальных требований представлены в сборниках норм ЕСЕ/НВР/81, ЕСЕ/НВР/91 и пополнены в 1995 г. Позднее вышеуказанные документы совершенствовались. Действующие требования представлены 5 основными уровнями (рис. 1). Три верхних уровня документов являются обязательными, два нижних – необязательными.

Согласно СТР [8] проектная документация конструктивной части сооружения разрабатывается в две стадии (рис. 2): *технический проект (ТП)* и *рабочий проект (РП)*.

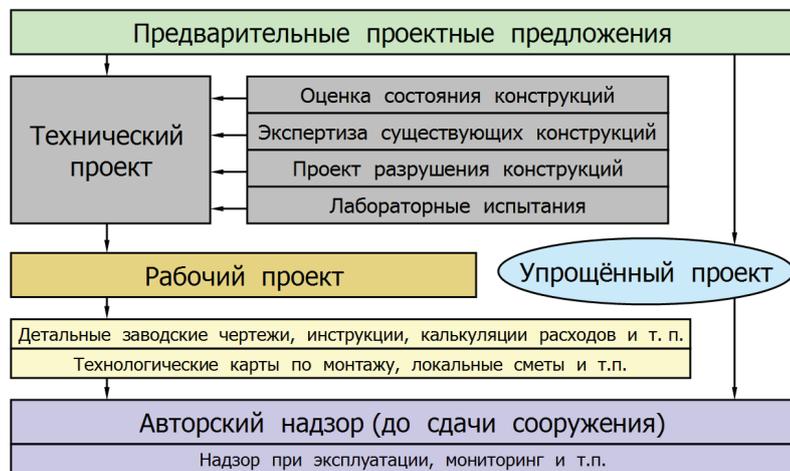


Рисунок 2. Стадии разработки проектной документации

Комплект документации сооружения пополняет исполнительная и эксплуатационная (акты и протоколы текущих осмотров, ремонтов). Обязательными стадиями являются ТП и РП, наличие остальных зависит от конкретной ситуации. Для особо важных сооружений конструктивная часть ТП и РП должна быть проэкспертирована. При разработке проектов несложных сооружений допускается проектирование в одну стадию – *техно-рабочий проект (ТРП)*.

В состав конструктивной части ТП входит:

- пояснительная записка (общая ситуация, особенности);
- технические спецификации (требования к работам);
- инженерные расчёты (сооружения в целом или характерных поперечных рам);
- чертежи (общие планы и разрезы, нетиповые решения узлов и соединений);
- сводная выборка материалов (ориентировочно).

В состав конструктивной части РП входит:

- пояснительная записка, если были изменения по сравнению с ТП;
- детальные расчёты (узлов и отдельных конструктивных элементов);
- чертежи (для строительства, но не заводские);
- спецификации материалов (по желанию подрядчика).

Ответственность за подготовку и согласование всех частей проекта сооружения несёт руководитель проекта. За проектирование несущих конструкций сооружения отвечает *руководитель конструктивной части проекта (РКЧП)*. Помимо аттестованных специалистов, юридическую ответственность (страхование, обеспечение технических средств, организационных возможностей и т. п.) несут аттестованные учреждения, которые данные специалисты представляют. РКЧП должен быть один на протяжении подготовки всего проекта (фундаменты, железобетонные конструкции, стальные конструкции, профилированный настил и др.). Экспертом может выступать как физическое, так и юридическое лицо. Экспертное бюро не имеет право проектировать и наоборот. Как специалисты (проектировщики и эксперты), так и организации должны быть аттестованы специальной службой министерства в соответствии с определённой процедурой. В настоящее время в Литве насчитывается порядка 1100 проектных организаций и порядка 30 независимых экспертных бюро, действующих на коммерческой основе.

### Процесс проведения экспертизы и условия исследования

Оценка проектных решений и оформления проектной документации произведена на основе формальной сортировки замечаний к проектам. Команду экспертов для представленной выборки составляют 5 специалистов со стажем работы в проектировании и экспертизе от 10 до 30 лет. Все специалисты с высшим инженерно-строительным образованием, два из них – доктора технических наук. Все эксперты аттестованы Министерством окружающей среды Литвы. Так как конструктивная часть проекта является значительной по Самофалов М., Папинигис В. Качество конструкторской проектной документации с точки зрения технической экспертизы в Литве

сложности и объёму, то обычно эксперты работают по направлениям: расчётная схема, фундаменты, железобетонные, стальные, деревянные конструкции. При таком подходе замечания к проекту могут дублироваться, и это позволяет взглянуть на задачу с разных точек зрения.

В исследовании рассматривалась выборка из 50 ТП и РП (отдельных), проверенных в 2009 г. (табл. 1). 10% проектов подтверждено без замечаний.

**Таблица 1. Объёмы исследованных проектов сооружений**

Тип сооружения	
Новое сооружение, пристройка	72 %
Реконструируемое сооружение, надстройка	28 %
Назначение сооружения	
Жилые дома	4 %
Торговые центры	12 %
Спортивно-развлекательные центры	8 %
Офисные, общественные здания	22 %
Склады	16 %
Инженерные сооружения	8 %
Сооружения промышленности, сельского хозяйства	30 %
Проекты по стадиям разработки	
Технический проект	52 %
Рабочий проект	38 %
Техно-рабочий проект	10 %
Наличие проверяемых частей в проектах	
Расчёты	100 %
Фундаменты	68 %
Железобетонные конструкции	70 %
Стальные конструкции	100 %
Деревянные конструкции	12 %
Технологический процесс	100 %

Анализ распределения проектов по типу строительства указывает на значительную часть реконструируемых сооружений. Это объясняется падением спроса на новые сооружения, связанным с финансовым кризисом. Другая особенность – реконструируются в основном железобетонные сооружения, т.к. реконструкция большепролётных стальных конструкций, как правило, нецелесообразна. Популярно использовать смешанные надземные несущие каркасы: стальные и железобетонные (58 %); стальные, железобетонные и деревянные (12 %).

Экспертные замечания по своей сути служат показателями учёта неточностей. Анализ такого рода результатов не создаёт полной картины о качестве проекта. К тому же эксперт тоже может ошибиться, либо неверно трактовать представленную в проекте информацию. Тем не менее, попытка формальной сортировки позволяет осознать важность и влияние отдельных групп вопросов, а это даёт ключ к повышению требований в определённой области проектирования и совершенствованию норм. В данной работе замечания к проектам распределены на 8 групп (табл. 2).

**Таблица 2. Группирование экспертных замечаний**

Группа замечаний	%	mid/max
Общее оформление	12	0,12
Пояснительная записка	17	0,30
Технические спецификации	3	0,12
Расчёты	23	0,27
Правила конструирования	15	0,13
Оформление чертежей	24	0,14
Технологические процессы	1	0,07
Рекомендации	5	0,12
<b>Итого:</b>	100	0,27

Количественное распределение замечаний лишь приблизительно характеризует ситуацию. Например, замечание «Не представлено инженерных расчётов» должно было бы быть выражено коэффициентом, указывающим на количество замечаний в случае наличия отчёта об инженерных расчётах. Идя формальным путём, такому замечанию следует присвоить весовой коэффициент, выражающий среднее арифметическое значение количества замечаний на основе опыта проверки аналогичных проектов. Разные коэффициенты учёта замечаний могли бы также учитывать влияние замечания. Например, если на чертеже стальной пластинки не указано расстояние от центра отверстия до кромки детали, то это может быть как графическая неточность, так и ошибка конструирования. В таком случае вес замечания следует удвоить. Важно отношение «mid/max» среднего количества замечаний (табл. 2) к наибольшему их числу. Например, если для инженерных расчётов наибольшее число замечаний 5, а среднее – 3, то это значит, что замечания этой группы актуальны почти для всех проектов (коэф. учёта 0,60).

К сожалению, участились случаи, когда заказчики сдают на экспертизу вместо ТП предварительный эскизный проект. Зачастую разработчиков проекта об этом даже не уведомляют. СТР не предусматривают такого случая, и это несколько искажает результаты обработки замечаний. Иногда после корректуры проекта возникает ещё больше замечаний, чем до исправления. Такие случаи нетипичны и поэтому в представленной выборке не рассматривались. Также исследования не охватывают очень крупных строительных комплексов (сметной стоимостью более 15 млн. евро), для которых экспертные работы проводятся по специально разработанному алгоритму, учитывающему уникальные особенности сооружения.

### *Неточности в проектах: формальные требования к оформлению*

Этот вид неточностей наиболее общий. Но значительное количество таких ошибок (табл. 2) указывает на несерьёзное их рассмотрение как проектными организациями, так и проектировщиками. В основном это следующие неточности:

- в проекте не указан руководитель проекта, РКЧП, нет реквизитов;
- не подписаны чертежи и текстовые документы;
- в разных томах проекта указаны разные РКЧП;
- не представлен список томов проекта;
- грамматические ошибки;
- используемые в проекте обозначения не соответствуют действующим стандартам;
- если ТП и РП разрабатывали разные РКЧП, то нет согласовывающего проект документа;
- для комплекса сооружений не разделена ответственность между РКЧП для каждого объекта.

По мнению авторов, доля таких неточностей имеет тенденцию увеличиваться в ближайшем будущем.

### *Неточности в проектах: пояснительная записка*

Согласно действующим СТР, пояснительная записка – самый важный документ в проекте, которому, к сожалению, не уделяется должного внимания со стороны инженерного персонала заказчика, подрядчика и субподрядчиков. Пояснительная записка ТП преследует цель охарактеризовать условия строительства и общую ситуацию, сложившуюся при проектировании сооружения, а также подчеркнуть особенности, сформулировать общие и конкретные требования. Наиболее часто встречающиеся неточности:

- не указана категория сооружения и класс конструкций, влияющие на выбор коэффициентов;
- не указана категория агрессивности окружающей среды;
- нет информации о деформационных блоках, деформационных швах;
- указанные в списке стандарты не задействованы в проекте, а использованные – не указаны;
- указанные в списке стандарты не действуют либо устарели;
- не упоминается о существующих и рядом расположенных сооружениях;
- не указывается, соответствует ли спроектированное сооружение требованиям СТР.

При разработке РП наличие пояснительной записки необязательно в случае его полного соответствия решениям ТП, что в современной практике проектирования в Литве явление крайне редкое – тем не менее, пояснительная записка в РП часто игнорируется, а о принципиальных изменениях разработчики РП стараются умолчать. Иногда о решениях заведомо умалчивают, не желая допустить передачи РП другой проектной организации или же другому РКЧП.

### *Неточности в проектах: технические спецификации*

Согласно действующим СТР *технические спецификации* (ТС) разрабатываются только на стадии ТП. В составе РП могут быть представлены инструкции для специализированных работ (например, монтаж лифтов).

Хотя ТС предназначены для описания строительных работ и требований к их выполнению для конкретного сооружения, на практике почти всегда ТС представляются в общей форме, подходящей если не для любых сооружений, то во всяком случае – для сооружений рассматриваемого класса. Список норм в составе ТС, как правило, слишком широк. При этом такие важные индивидуальные особенности строительного объекта, как монтаж нестандартного оборудования (узлы трубопроводов, крепления подвесных тельферов, крепления зрительских трибун и т. п.) и сложных конструкций (например, стенки и покрытия цилиндрического резервуара) остаются неоговорёнными.

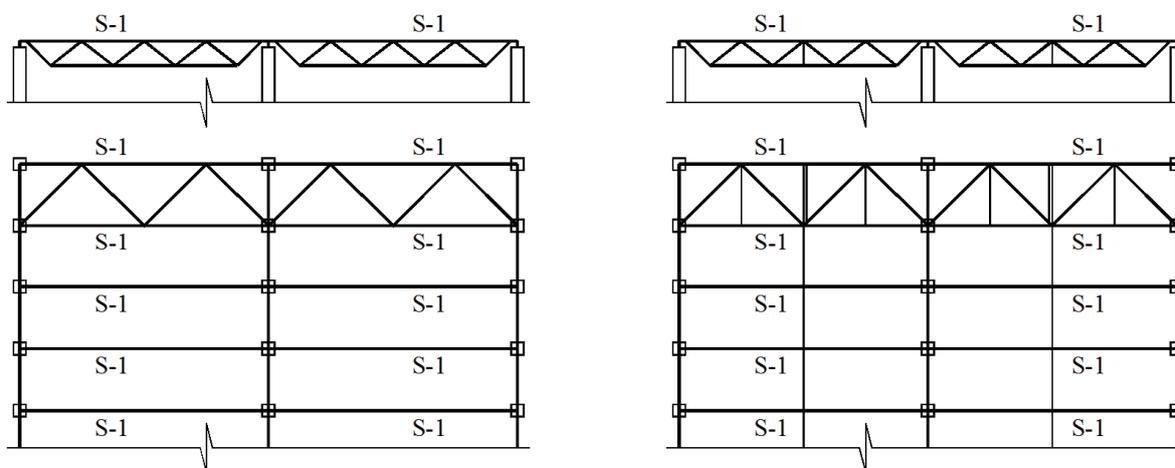
Инженерный персонал строительных и монтажных организаций не читает ТС. Очень часто их не читают даже руководитель проекта и РКЧП, поэтому в ТС встречаются названия других сооружений, либо конструктивные элементы и материалы, которые не используются в проекте рассматриваемого сооружения.

### Неточности в проектах: общие и детальные расчёты

В современном проектировании выбор и компоновка расчётной схемы всего сооружения тесно связаны с вычислительной техникой и программным обеспечением [9]. При этом моделирование сложного сооружения как единой механической системы зачастую не соответствует работе конструкции сооружения в натуральных условиях.

Общие недоработки расчётной проектной документации конструктивной части проекта таковы:

- руководитель проекта и РКЧП не подписывает расчётной документации;
- заказчиком, руководителем проекта и руководителями других частей проекта не формулируется и письменно не оформляется чёткое задание на расчёт сооружения;
- мало времени уделяется расчётам и мало внимания их оформлению;
- предусмотренное время для подготовки расчётной схемы частично расходуется архитекторами для совершенствования решений и согласования с другими частями проекта;
- расчёты не проверяются внутренним контролем организации, нет контрольных перерасчётов;
- расчётчик нанят как отдельный специалист, не осознающий сложившуюся ситуацию.



**Рисунок 3. Расположение связей по верхнему поясу стропильных ферм: недостаточно (а); достаточно (б)**

На стадии ТП рассчитывается всё сооружение и некоторые нестандартные узлы. Наиболее часто встречающиеся ошибки в ТП:

- эксцентриситеты и шарниры задаются в неверных направлениях;
- не обращают внимания на оповещения о мгновенной изменяемости системы, при этом некоторые из программ исключают подвижность системы автоматически (кстати, часто некорректно);
- в расчётных нагрузках не учитываются монтажные ситуации (нагрузки, опирания, соединения, неполная прочность и т. д.), варианты испытаний конструкций и инженерного оборудования, запуск или останов промышленных реакторов и т. п.
- профилированный настил трактуется как жёсткий диск, хотя условий для его жёсткой работы не создано (эксплуатация кранов, действуют динамические нагрузки от оборудования и т. п.);
- связи подбираются без учёта особенностей сооружения (рис. 3), формально выполняя требования норм и ссылаясь на то, что при статическом линейном расчёте компьютерная программа «не считает» устойчивости системы (явный недостаток профессиональной квалификации);

- не решаются задачи общей устойчивости [10] сложных и чувствительных систем (арки, купола, мачты, сквозных колонн и т. д.);
- нагрузки от неразрезных систем (профилированный настил, подкрановые балки, подвесные пути и т. п.) прикладываются как от разрезных (рис. 4).

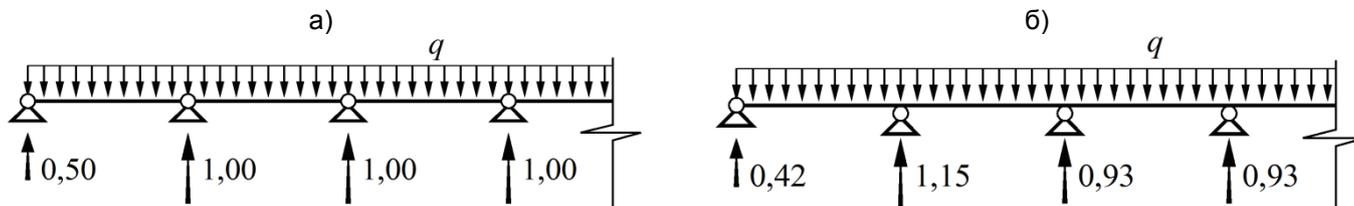


Рисунок 4. Схема распределения опорных реакций для системы: разрезной (а); неразрезной (б)

На стадии разработки РП уточняются расчёты по подбору стальных поперечных сечений элементов, армирования железобетонных плит и стержней, рассчитываются узлы конструкции.

Зачастую на практике организационной причиной ошибок в расчётах узлов является то, что они должным образом не оформляются. Это не позволяет РКЧП отследить изменения, которых всегда много в РП, и вовремя успеть внести корректировки (рис. 5).

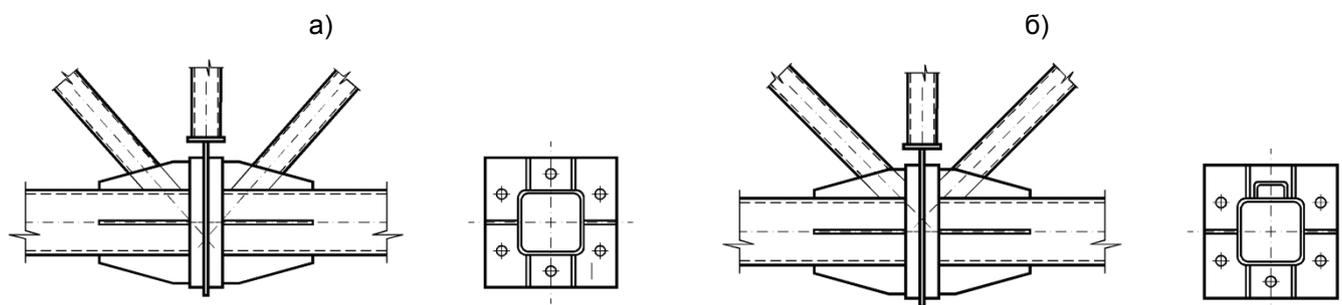


Рисунок 5. Центральный фланцевый узел стропильной фермы решён: верно (а); неверно (б)

Традиционной ошибкой можно считать следующую: проверка узлов на стадии РП показывает, что нужно заменить поперечное сечение, которое было подобрано в ТП. Это приводит к конфликту с заказчиком из-за увеличения сметной стоимости сооружения по сравнению с начальной.

### Неточности в проектах: правила конструирования

Прежде всего, при разработке проекта не учитывается важный факт – РКЧП должен быть ознакомлен с принципиальной концепцией всего сооружения и основами реализации всех других частей проекта (архитектура, функциональная схема, промышленная технология, электросети, водоснабжение и т. д.). Не менее важно, чтобы разработчики ТП принимали решения, которые возможно реализовать в РП.

Ошибки конструирования при проверке проектной документации ТП:

- на стадии ТП задаются безфасоночные узлы, в которых соединяются поперечные сечения значительно различающейся, либо одинаковой ширины (рис. 6);
- в узле соединяют очень толстый с тонким листом, при сварке которых тонкий лист может быть пережжён, а толстый лист не проварен на достаточную глубину (рис. 7);
- из соображений экономии подбираются стержни, гибкость которых превышает предельную.

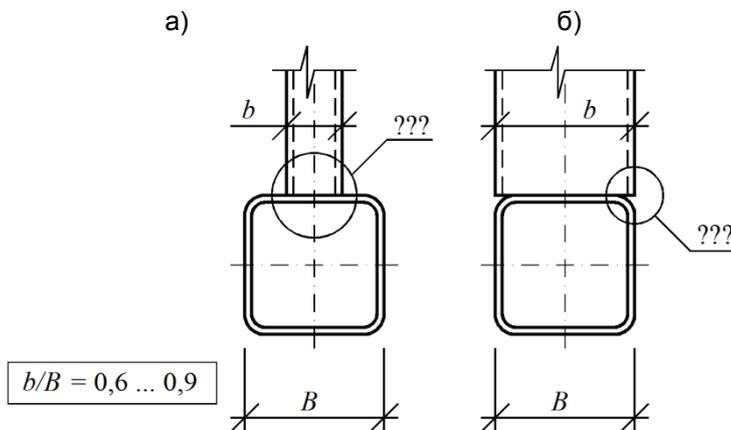
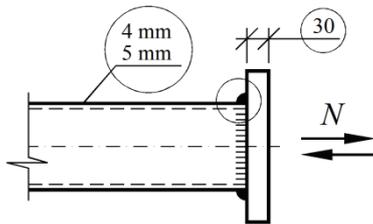


Рисунок 6. Присоединение решётки к нижнему поясу фермы, когда элемент слишком: узкий (а); широкий (б)

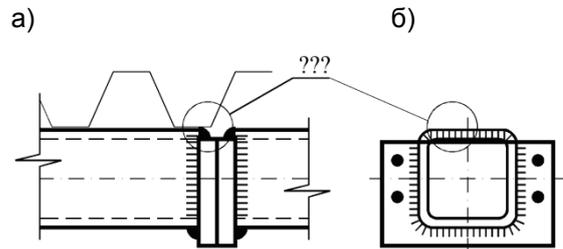
При разработке РП встречаются следующие недочёты:

- толщина сварочного шва подбирается лишь из условия его прочности;
- не выполняются требования к расстояниям между отверстиями и до кромки детали;

- в чертежах не указывается, какие поверхности нужно фрезеровать;
- не соблюдаются правила, обеспечивающие условия создания качественных сварных швов (рис. 8);
- поперечные сечения балок из соображений экономии не усиливаются рёбрами жёсткости.



**Рисунок 7. Сварные соединения тонкой стенки коробчатого поперечного сечения с толстым листом**



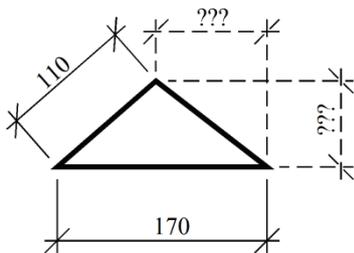
**Рисунок 8. Фланцевый узел верхнего пояса фермы: вид (а); разрез (б)**

За период с 1990 до 2010 г. конструкторские навыки инженеров в Литве претерпели значительные изменения, причём не в лучшую сторону. Это напрямую связано со значительным сокращением количества эксплуатируемых промышленных объектов. Ранее существовавший опыт и культура проектирования частично утеряны, а новое поколение специалистов–практиков готовилось в большинстве случаев самостоятельно и, к сожалению, бессистемно. На новых промышленных предприятиях с иностранным капиталом существует тенденция найма инженеров из-за границы. Исключение составляют большие промышленные комплексы, где до сих пор сохранились специализированные проектные отделы со значительным опытом работы.

### Неточности в проектах: оформление чертежей

Качество оформления чертежей важно как на стадии разработки ТП, так и РП [11]. Но требования разные, т. к. с ТП будут работать инженеры, а с РП – инженеры и рабочие. Наиболее часты в ТП ошибки:

- не указан класс стали и соответствующий стандарт;
- обозначения не соответствуют требованиям национальных стандартов [12];
- расположение конструктивных элементов в разрезах не соответствует расположению на плане;
- не указаны габариты конструкций и альтитуды;
- не указаны габариты деформационных блоков;
- в спецификациях не указываются ориентировочные объёмы дополнительных материалов (фасонки узлов, рёбра жёсткости, болты, сварочные швы и т. п.).



**Рисунок 9. Расстановка размеров детали с непрямыми углами**

Наиболее частые ошибки чертежей РП:

- не достаточно размеров для разработки заводских чертежей;
- указаны неактуальные изготовителю размеры (рис. 9);
- размеры на чертеже не совпадают с размерами, представленными в спецификации материалов;
- не указаны классы болтов, гаек, шайб;
- не представлены монтажные узлы.

Из-за спешки при изготовлении и монтаже конструкций, в случае неоднозначности чертежей, решение могут принимать некомпетентные участники процесса. Такое решение может быть ошибочным.

### Неточности в проектах: процессы технологии изготовления и монтажа строительных конструкций (наладке оборудования)

Как правило, вопросы учёта технологии изготовления и монтажа строительных конструкций, а также наладки технологического оборудования, касаются РП. Это неоговорённые в РП вопросы:

- не пояснено, как защитить от коррозии находящиеся в грунте части стальных конструкций;
- узел стальной конструкции сконструирован так, что невозможно качественно наложить сварной шов и проконтролировать;
- в сложном узле стальной конструкции не указан порядок сварки деталей;
- из-за высокого процента армирования и плотного расположения контурных стержней арматуры невозможно качественно уплотнить бетон;
- арматурные каркасы спроектированы так, что их невозможно соединить вместе.

Поскольку решения технологических вопросов являются индивидуальными даже для серийных сооружений и напрямую зависят от условий строительной площадки и особенностей изготовителя, то это не позволяет обосновать замечания к уточнению такого рода вопросов, в особенности, если РКЧП не имеет опыта работы на производстве.

### Заключительные выводы и рекомендации

На основе проведённых исследований сделаны выводы и подготовлены следующие рекомендации.

- Экспертиза проектов должна проводиться в обязательном порядке, и более того, проверке следует уделять больше внимания, а действующие регламенты следует уточнить и пополнить более конкретными требованиями (возможно, отдельно по типам конструкций: железобетонные, стальные, деревянные, фундаменты; возможно, – по группам сооружений).
- На сегодняшний день в текстовой части ТП немногие инженеры умеют грамотно выразить своё мнение и охарактеризовать ситуацию, подчеркнув особенности и возможные последствия.
- К повышению квалификации и аттестации специалистов следует предъявлять более жёсткие требования.
- Для разработки РП следует предусмотреть некоторый резерв времени, не допускающий параллельных процессов проектирования и строительства.
- В проектных организациях следует строго регламентировать систему внутреннего контроля проектных решений и соответствующей документации – это актуально для небольших проектных организаций с незначительным опытом работы (а таких предостаточно).
- Конкурентная модель работы экспертных бюро и создаваемые ею условия ухудшают качество работы экспертов, поэтому следует создать альтернативную модель, компенсирующую недостатки создавшейся ситуации.

Опытному инженеру может показаться, что все оговорённые выше ошибки далеки и неактуальны. Это оптимистический взгляд на общую ситуацию. На самом деле, ошибки реальных проектов ещё более примитивны и гораздо более серьёзны. Авторы данной публикации надеются на положительное влияние начала распространения требований общеевропейских стандартов на качество проектов в будущем. К сожалению, первый этап введения евроном для инженеров будет довольно сложным.

### Литература

1. STR 1.06.03. Statinio projekto ir statinio ekspertizė = Экспертиза проекта сооружения и экспертиза сооружения. – Vilnius, 2005.
2. Watts, F. B. Engineering Documentation Control Handbook = Справочник по экспертизе инженерной документации. – 3<sup>rd</sup> ed. – USA: William Andrew Publishing, 2008. – 376 p. – ISBN-13: 978-0-8155-1595-1.
3. Eisner, H. Essentials of Project and Systems Engineering Management = Главное в организации инженерного проектирования. – 2<sup>nd</sup> ed. – USA: John Wiley & Sons, 2002. – 448 p. – ISBN:0-4710-3195X.
4. Cloud, P. A. Engineering procedures Handbook = Справочник по организации инженерного проектирования. – 1<sup>st</sup> ed. – USA: William Andrew Publishing, 1998. – 431 p. – ISBN-13: 978-0-8155-1410-7.
5. Shaw, M. C. Engineering Problem Solving – A Classical Perspective = Задача принятия инженерного решения – одна из классических перспектив. – 1<sup>st</sup> ed. – USA: William Andrew Publishing, 2001. – 449 p. – ISBN: 0-8155-1447-6.
6. STR 2.05.03. Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai = Основы проектирования строительных конструкций. – Vilnius, 2003.
7. LST EN 1990. Eurokodas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai = Еврокод. Основы проектирования конструкций. – Vilnius, 2004.
8. STR 1.05.06. Statinio projektavimas = Проектирование сооружения. – Vilnius, 2009.
9. Перельмутер, А. В.; Сливкер, В. И. Расчётные модели сооружений и возможность их анализа. – 3-е издание. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 595 с.
10. Перельмутер, А. В.; Сливкер, В. И. Устойчивость равновесия конструкций и родственные проблемы / Том 1. – М.: СКАД Софт Пресс, 2007. – 656 с.
11. Simmons, C.; Maguire, D.; Phelps, N. Manual of Engineering Drawing = Руководство по инженерному черчению. – 3<sup>rd</sup> ed. – Great Britain: Elsevier, 2009. – 328 p. – ISBN-13: 978-0-7506-8985-4.
12. STR 1.05.08. Statinio projekto architektūrinės ir konstrukcinės dalių brėžinių braižymo taisyklės ir grafiniai žymėjimai = Правила подготовки чертежей и графические обозначения архитектурной и конструктивной частей проекта сооружения. – Vilnius, 2008.

*\*Михаил Самофалов, г. Вильнюс, Литва;*

*Эл. почта: ms@proex.lt*