

## Стержневые несущие конструкции из унифицированных элементов

### Перспективы развития

Конструкции, о которых пойдет речь, называют, обычно, "структурами". По существу это пространственные фермы, собираемые на строительной площадке из однотипных трубчатых стержней и узловых элементов. Наиболее известны "структуры" Мего и NS. Применяемые в России конструкции покрытия "Кисловодск", "МАРХИ" и т.п. представляют собой упрощенные модификации "Мего". Годовой объем их производства в 80-х годах превысил 1,5 млн. кв. м., но в настоящее время незначителен.

*О возможностях эффективного использования и совершенствования такого рода конструкций говорит канд. техн. наук Б.А.ПУШКИН.*

Российские производители предлагают структурные покрытия в составе типовых блок-секций каркаса для зданий размером 30x30, 33x33 и 36x36 м. При сравнительно невысокой металлоемкости и приемлемой отпускной цене такие блок-секции очень редко отвечают требованиям массового заказчика по параметрам габаритной схемы. **Поиск более привлекательных для массового заказчика габаритных схем зданий со структурными покрытиями** был начат в институте ЦНИИПроектлегконструкция (ЦНИИЛМК) в конце 80-х годов.

Здесь на базе стандартных элементов "Кисловодск" разработана блок-секция здания с крутоуклонной (10%) жесткой кровлей размером 24x12 м, которая при многократном повторении позволяет скомпоновать одно или многопролетное здание, подобное "Молодечно". Натурными испытаниями и строительством экспериментального объекта в г.Кисловодске подтверждена возможность уменьшить в 2-2,5 раза металлоемкость шатра такого наиболее распространенного типа промздания и на 10-15 кг/м снизить общую его металлоемкость.

На сегодня для строительства зданий разнообразного назначения с крупноблочными покрытиями из элементов "Меро", "Кисловодск" и т.п. предлагается три вида блок-секций, различающихся статической схемой блока покрытия и **целом /3/.**

### Габаритные схемы блок-секций с каркасом покрытия из элементов "Кисловодск", рекомендуемые для массового строительства

№ п/п	Поперечный разрез блок-секции	Пролеты м	Мет.емкость каркаса покр. кг/кв. м	Общие характеристики
1		$A=3 \times n$ , где $n=5;6;7;8$ . $B=0;15-27$ .	10 - 15	- шаг колонн крайних рядов - $l_{кр} = 6м$ , - " - средних рядов - $l_{ср} = 6,12м$ , - длина блока покрытия $L_{бл} = l_{ср} \times n - 3$ , где $n = 2, 3$ , - минимальная длина здания $L_{зд} = L_{бл}$ ; - максимальная длина здания, его высота и уклон кровли не ограничены, - допустима асимметрия многопролетного поперечника в значениях пролетов, высот, уклонов кровли, - при включении прогонов в работу каркаса покрытия его металлоемкость уменьшается на 1,5 - 2 кг/кв. м
2		$C=0;1,5-15$ . $B^*=3 \times n$ , где $n=5;6;...9$ .		
3		$D=d \times n$ , где $d=12;15;18$ ; $n=2;4;6$ ; $D \leq 72$ .	12 - 20	
Приведенные количественные характеристики соответствуют следующим исходным данным: - длина стержня несущего каркаса покрытия в осн - 3000мм, высота несущего каркаса покрытия в осн - 2120мм, - расчетная равномерно распределенная нагрузка на покрытие - 250кг/кв. м, - грузоподъемность подвесных кранов - до 3т, мостовых кранов - до 10т, - для соединения элементов несущего каркаса используется крепеж М22 и М30 класса прочности 10.9				

Таблица 1

Существенное улучшение технико-экономических характеристик каркасов покрытия в предлагаемых и многих других вариантах габаритных схем достигается благодаря использованию (в совокупности или по отдельности) таких приемов, как:

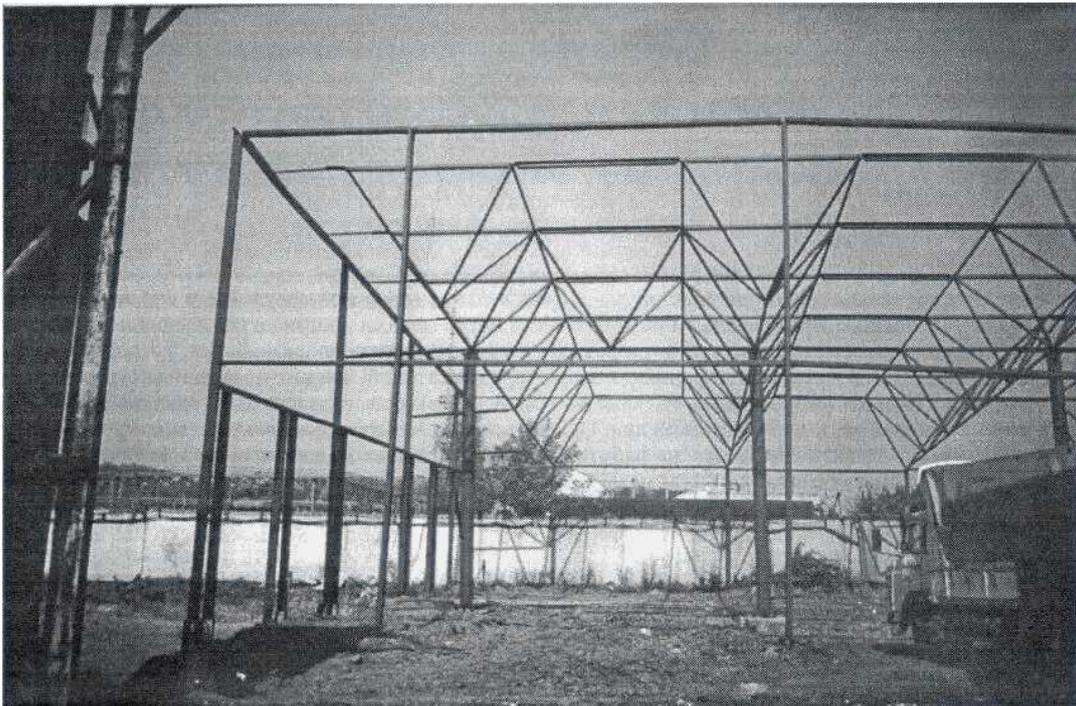
- удаление "лишних" связей из расчетной схемы;
- введение длинномерных растянутых элементов (затяжек, шпренгелей, вант);
- введение стержней балочного сечения, выполняющих функцию прогонов (беспрогонное решение);
- введение специальных типов стержней, предназначенных для восприятия только сжимающих или только растягивающих усилий, превышающих по модулю 120-150 кН;
- введение специальных типов узловых элементов, позволяющих придать покрытию полигональное очертание;
- включение элементов ограждения (профнастила, ригелей и т.п.) в работу несущей конструкции .

Эффективность большинства этих приемов практически апробирована.

Так, например, удаление "лишних" связей, как наиболее простой в реализации прием, успешно применено в типовых блок-секциях "Кисловодск" и в результате металлоемкость "структурной плиты" была снижена на 20-25%.

Под Москвой (г. Видное) фирмой "ЮКС" закончено строительство складского здания-пристройки 180x21x8 м по консольно-балочной схеме "16" из *таблицы 1*:

Здание скомпоновано из 15-ти блок-секций 21x12 м. При расчетной нагрузке, достигающей в снеговом мешке 680 кг/м, металлоемкость беспрогонного каркаса покрытия составляет 10,5 кг/м, общая металлоемкость каркаса здания - 16 кг/м. Покрытие смонтировано одним краном "Ивановец" из 15 собранных на земле блоков размером 19,5x9 м. По сравнению с эталонным вариантом (покрытие "Кисловодск" СП27-300А) количество стержневых элементов (включая прогоны) уменьшено на 30%, узловых - на 15%; экономия стали составила 24т; снижение себестоимости на заводе изготовителе (АООТ "Экспостроймаш") – более 15 тыс. долл.США ( 4 долл. / кв.м.).



**Фрагмент каркаса складского здания 180 x 21 x 8м, построенного в 1996 году в г. Видный (Подмосковье) для фирмы "Мегакола".**

Приведенные примеры показывают, что существующая производственная база и без дополнительных капиталовложений способна удовлетворить запросы современного заказчика в весьма широкой сфере массового строительства. Именно поэтому представляется экономически оправданным **техническое перевооружение производства с целью** уменьшения себестоимости, улучшения эксплуатационных характеристик унифицированных элементов (в особенности, прочностной надежности) и в итоге - **повышения его конкурентоспособности.**

Генеральным направлением в решении этой проблемы является максимально возможное использование методов (обработка металлов давлением). Они наиболее эффективны в крупносерийном и массовом производстве, позволяют улучшать механические свойства металла в изделии, по сравнению с его исходным состоянием в заготовке.

В 80-х годах начат поиск новой конструктивной формы стыка стержневого и узлового элементов, позволяющей в максимальной мере использовать все достоинства технологии ОМД, отказаться от неэкономичных процессов резания, сварки и т.п.

В принципе, задача сводится к пластическому формоизменению конца трубчатой заготовки стержня с набором материала, обеспечивающему равнопрочность стыка, а также плавный переход от развитого первоначального сечения к строго ограниченной контактной площадке. Постановка задачи существенно уточнена в результате детального исследования работы сжатого стержня в структурной конструкции, проведенного ЦНИИЛМК с участием ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в середине 80-х годов. В частности, выявлена и экспериментально подтверждена необходимость повышения изгибной жесткости и изгибной прочности стыков. Тогда же выяснилось, что поставленная задача не решается с помощью выпускаемого промышленностью оборудования, и разработка спецоборудования стала важнейшим звеном в ее решении. Привлечение известных специалистов по родственным ОМД процессам из Краматорского индустриального и Московского авиационно-технологического институтов не дало ожидаемых результатов. Только к концу 80-х годов благодаря финансированию со стороны МНТК "Легконструкция" удалось выявить в основных чертах работоспособную технологическую схему и апробировать ее на макетных образцах спецоборудования. Полученное в результате технологически обеспеченное конструктивное решение несущего пространственного каркаса и его элементов защищено Российским патентом N 2004732 от 1992 г.

Это решение от известных отличают следующие преимущества:

- минимальная материалоемкость, минимальное количество деталей;
- равнопрочность стыка исходному сечению стержня, отсутствие очагов хрупкого разрушения, высокая прочностная надежность при растяжении;
- максимальная изгибная прочность и жесткость сопряжения стержневого элемента с узловым;
- возможность механизированной сборки и нормированного предварительного натяжения стыков;
- совместимость и взаимозаменяемость элементов предлагаемого типа с ныне выпускаемыми элементами "МАрХИ", "Кисловодск".

В течение 1994-1996 годов, благодаря поддержке со стороны АООТ "Экспостроймаш", созданы и подвергнуты исследовательским испытаниям макетные образцы технологических средств и оборудования для производства элементов по названному патенту.

Заготовка для сферического узлового элемента с чашевидной полостью образуется горячей штамповкой цилиндрической заготовки  $\Phi 70 \times 110$  мм в одноручьевом штампе с предварительной осадкой и последующей обрубкой обля. Обработка наружной сферической поверхности осуществляется на станке ЧПУ за одну установку, образование резьбовых отверстий - на агрегатном станке.

Опытная установка для изготовления стержневых элементов из труб имеет следующие характеристики:

- габариты -  $2500 \times 1000 \times 1000$  мм, масса (без гидростанции) - до 300 кг ;
- установленная мощность - до 25 кВт, потребляемая мощность - до 12 кВт;
- длина заготовок - практически не ограничена, сечение - от  $\Phi 57 \times 3$  до  $\Phi 76 \times 3,5$ ;
- расчетная производительность - до 30 элем. в час при численности obsл. персон. - 1-2 чел.

Предлагаемая технология и оборудование для изготовления трубчатых стержневых элементов имеют следующие достоинства

- безотходность, малое энергопотребление, безопасность, экологическая чистота;
- полуавтоматический режим работы с использованием неквалифицированной рабочей силы;
- возможность бесступенчатого варьирования диаметра и длины строжневых элементов;
- возможность освоения с минимальными капвложениями, доступными малому предприятию.

Разумеется, комплексное использование предлагаемых технических решений может дать наибольший экономический эффект, в частности, - более чем двухкратное снижение себестоимости несущих конструкций покрытия зданий. В то же время существует возможность использовать каждое из решений в отдельности в соответствии с конкретными потребностями и возможностями. Таким образом, область конкурентоспособного применения "структурных" покрытий может расширяться **поэтапно без крупных единовременных капвложений.**