

Бактыгулов К.

КОМПЛЕКСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕКРЫТИЯ В ОПАЛУБКЕ-АРМАТУРЕ
МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

К. Baktygulov

INTEGRATED DESIGN OF SLAB FORMWORK -REINFORCEMENT
OF MULTI-STOREY BUILDINGS

УДК: 624.012.35-624.012.45

Бул макалада Францияда, Чехияда, Польшада, Финляндияда жана Японияда көп кабаттуу имараттардын калкаларынын комплекстүү конструкциялары талданган. Талдоо көрсөткөндөй бул конструкцияларда калып-арматураны колдонуу эмгек өндүрүмдүүлүгүн жогорулатууга, арматура менен бетондун сарпталуусун төмөндөтүүгө жана конструктивдик схеманын ийкемсиздигин арттырууга алып келет.

Негизги сөздөр: комплекстүү конструкциялар, болот профилденген төшмөл, вертикалдуу анкерлер.

В статье проанализированы комплексные конструкции перекрытия различных зданий во Франции, Чехии, Польше, Финляндии и Японии. Применение опалубки-арматуры в таких конструкциях увеличивает производительность труда, сокращает расход стали и бетона, повышает жесткость конструктивной схемы.

Ключевые слова: комплексные конструкции; стальной профилированный настил, вертикальные анкеры.

The article analyzes the complex structure of for inter-floor covering in various buildings in France, the Czech Republic, Poland, Finland and Japan. Using the formworks - reinforcement in such structures increases the labor produc-

tivity, reduces the consumption of steel and concrete, and increases the stiffness of structural frame.

Key words: integrated design, profiled steel decking, vertical anchors.

Во Франции разработкой и возведением комплексных конструкций перекрытия на стальных профилированных настилах занимаются фирмы «Hi-Bond», «Acieroid», «Cofrasra», «Novotec» и «FOS». Настил «Hi-Bond» изготавливается из листов с временным сопротивлением 37÷45 МПа и пределом текучести – 24 МПа [1]. Толщина листовой стали находится в пределах от 0,75 до 1,2 мм, высота гофров – 53 и 77 мм. Перекрываемый настилами пролет в зависимости от толщины листа и высоты гофров составляет от 2,0 до 4,0 м. Толщина плиты принимается от 10,0 до 20,0 см. Совместность работы плиты с прогонами обеспечивается двумя способами: приваркой к балке через настил анкерных штырей, а также специальной профилированной полосы «Hi-Bond IS» (рис. 1 а, б).

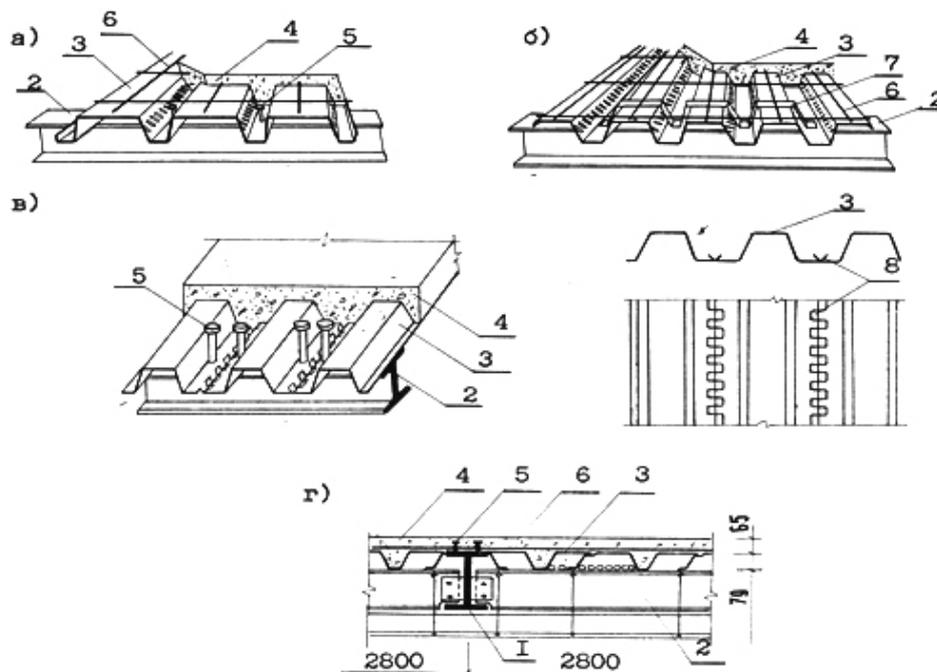


Рис. 1. Система перекрытий, возводимых во Франции.

а, б – система «Hi-Bond»; в – система «Novotec»; г – система «FOS»; 1 – главная балка; 2 – второстепенная балка; 3 – настил; 4 – монолитный бетон; 5 – штыри; 6 – арматурные стержни; 7 – профилированные полосовые анкера; 8 – анкерующая гребенка.

Система «Novotec» выполняется с использованием профилей, имеющих один трапециевидный гофр и две нижние полки с отогнутым зубчатым краем [2]. Зубцы соседних листов пересекаясь образуют гребень, повышающий сцепление настила с бетоном. Объединение плиты со стальными балками осуществляется с помощью двойных болтов со шляпкой, привариваемых через нижние полки соседних листов к балке (рис. 1 в). При строительстве 32-этажного здания Tour Nobel (г. Париж) в конструкции перекрытия использована система «FOS» [2]. Система состоит из двутавров высотой 24,0 см и пролетом 7,5 м, служащих в качестве главных балок, а также второстепенных, высотой 18,0 см и пролетом 2,8 м (рис. 1 г). Высота профилей принята 79 мм, толщина бетонного слоя над верхней полкой составляет 65 мм. Перекрытие рассчитано под временную нагрузку 35,0 кПа. Объединение плиты с балками осуществлено с помощью вертикальных анкеров. Конструкции усиленного комплексного перекрытия рассчитана на нагрузку 10 кПа при пролете плиты 5,0 м [2]. Относительный максимальный прогиб в середине пролета плиты составляет $1/500$. Особенностью этой конструкции является установка в пределах гофров настила гнутых стальных S-образных элементов. Высота гофра колеблется от 10 до 21,5 см, толщина листа – $1,0 \div 2,15$ мм.

Система «Acieroid» является одной из наиболее распространенных. Настилы этой фирмы, выпускаемые также в Италии фирмой «Acieroid Italiana SpA», имеет трапециевидную форму с продольными рифами на верхней грани. Высота гофра 45 – 55 мм, толщина листа – от 0,8 до 1,2 мм, ширина профиля составляет $600 \div 800$ мм. Такие настилы использованы при строительстве 17-этажного здания министерства иностранных дел в г. Нант. Перекрытие решено по стальным балкам из широкополочных двутавров [3].

Изучению и применению комплексных конструкций перекрытий на стальных профилированных настилах уделяется большое внимание в Чехии. На основе системы «VIP», разработанной специалистами исследовательского института наземного строительства в Праге, сооружено около 60 многоэтажных зданий различного назначения [4]. Основной несущей конструкцией этой системы является стальной каркас связевого типа, пространственная жесткость которого обеспечивается решетчатыми диафрагмами. Стальной профилированный настил высотой 80 мм из листов типа «VSŽ», замоноличенный слоем бетона, выполняет роль горизонтального диска жесткости для передачи ветровых нагрузок на диафрагмы. Совместность работы бетона с настилом и плиты с балками обеспечивается с помощью приваренных вертикальных штырей со

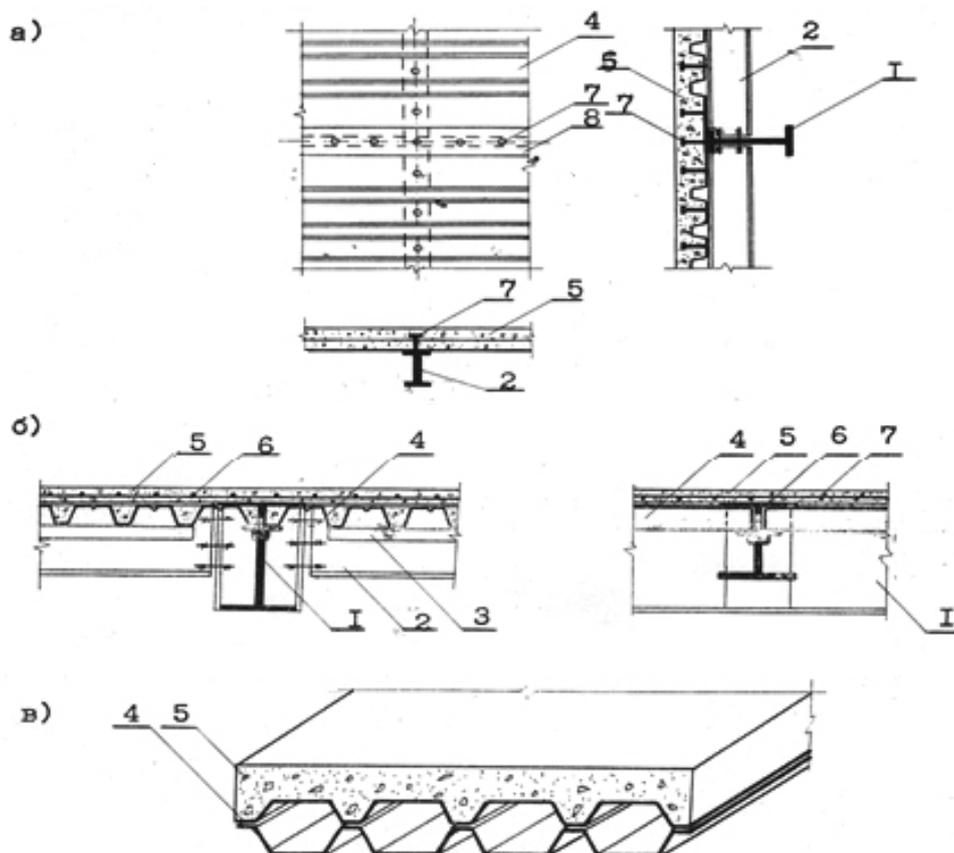


Рис. 2. Конструкция перекрытий, применяемых в Чехии и Польше.

а – система «VIP»; б – перекрытие экспериментального здания (г. Садкс); в – перекрытие здания «Metalplast» (г. Познань);
1 – главная балка; 2 – второстепенная балка; 3 – полка из уголков; 4 – настил; 5 – бетон; 6 – продольные стержни;
7 – поперечные стержни; 8 – вставной лист.

шляпками. Приварка анкеров производится аппаратом «Nelson» (Германия) (рис. 2 а). С целью изучения экономической эффективности комплексных конструкций в г. Садска построено 2-этажное экспериментальное производственное здание [5]. Размеры здания в плане 14,4х30,0 м. В поперечном направлении шаг колонн составляет 6,0; 2,4; 6,0 м, а в продольном – 6,0 м. Колонны выполнены из H-образных сварных профилей сечением 160х160 мм. Главные и второстепенные балки изготовлены из прокатных двутавров. На главные балки, расположенные в продольном направлении, на одном уровне по верхнему поясу расположены второстепенные балки. Шаг последних 1,5 м. Настил типа «VSZ 11001», высотой сечения 50 мм, приварен к балкам с помощью круглых стальных болтов диаметром 15,8 и 18,2 мм (рис. 2 б). В пределах ширины верхнего пояса главных балок соединение соседних настилов осуществлялось с помощью дополнительных вставных отогнутых листов, служащих для выравнивания неточности в монтаже. Результаты специальных исследований жесткости стального каркаса до и после объединения настилов к балкам показали, что совместность работы настила с несущими элементами увеличивает жесткость каркаса в 18 раз. Болты приваривали с помощью полуавтоматического пистолета типа «Nelson NS 20 MD», производительностью 60 шт./ч. Чешские специалисты считают, что перекрытия такой конструкции могут применяться в жилых зданиях при пролетах от 7,2 до 9,0 м и нагрузке на перекрытие до 8,0 кПа, а также в промышленных зданиях при пролетах до 12,0 м и нагрузке на перекрытие до 20,0 кПа.

В г. Брно (Чехия) построенное здание бытового обслуживания также имеет комплексное перекрытие, состоящее из главных балок, пролетом 7,2 м и второстепенных, с пролетом 3,6 ÷ 4,8 м. Толщина плиты составляет 5 ÷ 8 см. Объединение плиты с несущими элементами каркаса осуществлено с помощью вертикальных гибких анкеров [6]. Для опирания стальных профилированных настилов к стенке второстепенных балок приварена полка из прокатных уголков, что дает возможность уменьшить конструктивную высоту перекрытия.

В Польше разработана конструкция перекрытия с применением замкнутых профилей, выполненных из двух профилированных листов с трапециевидными гофрами. Листы соединены между собой точечной сваркой. Такая конструкция была применена при строительстве многоэтажного здания «Metalplast» в г. Познань [7]. Разработана конструкция перекрытия 40-этажного здания в Варшаве [8].

Финскими специалистами разработаны системы перекрытий «Home Cone» и «Pe-Va Rakenne».

Перекрытия системы «Home Cone» возводятся на настиле «Home Cone - 45» с шириной 900 мм и толщиной 0,7; 0,8 и 0,9 мм; длина профиля до 12 м. Настилы изготовлены из стали с пределом текучести 32 МПа. Особенностью системы является выштамповки, нанесенные на нижнюю полку профиля (рис. 3 а). Толщина слоя бетона плиты принимается 10; 16 и 20 см [9]. Система «Pe-Va Rakenne» основана на применении настила «Pe-Va 45» шириной 750 мм, высотой гофра 45 мм и толщиной листа от 0,7 до 1,1 мм. Листы между собой соединяются заклепками, размещенные с шагом 500 мм. По настилу укладывают стержневую арматуру периодического профиля диаметром 16 мм. При поддержке временными опорами пролет плиты перекрывает расстояние до 6,0 м. Скорость возведения такой системы составляет 400 ÷ 500 м² в день. Экономические расчеты показали, что расход бетона на плиту перекрытия рассмотренной конструкции сокращается на 30%, расход арматуры из стержней периодического профиля – на 90%, по сравнению с расходом этих же материалов при возведении железобетонных плит традиционной конструкции. Совместность работы плиты с балками осуществляется вертикальными гибкими анкерами.

В Японии применяются системы комплексных перекрытий двух типов: UKF и ZDF [10]. Несущим элементом балочной клетки системы UKF служат гнутые стальные профили высотой 300 и 500 мм. Толщина стенки лоткового профиля равна 3,2 ÷ 4,5 мм. Стальной профилированный настил типа «Keystone» имеет трапециевидную форму с высотой гофра 25 мм. Объединенные в систему стальной настил и несущие профили лоткообразного сечения выпускаются в виде панелей с шириной 3,0 м и длиной от 5,5 до 12,0 м (рис.3, б). Несущими элементами системы ZDF служат Z-образные профили. Длина этих панелей 12,0 м и более. Объединение стальных элементов перекрытия в систему осуществляется с помощью винтов «tesk» диаметром 5,2 м и длиной до 19 мм. Применяется легкий бетон плотностью 1500 ÷ 1800 кг/м³, укладываемый поверх панелей толщиной 6,0 ÷ 8,0 см. На основе этой системы возведено перекрытие 52-этажного здания «Сумитомо» в Токио [10]. Здесь несущими ребрами стальных панелей применены гнутые двутавровые профили высотой 400 мм и поперечные решетчатые элементы, по низу которых были прикреплены плоские стальные листы толщиной 3,2 мм, а поверху – профилированный настил «Keystone». Размеры панели 2,5х11,2 м. Монолитная плита выполнена из легкого бетона толщиной 6,0 см (рис. 3, в).

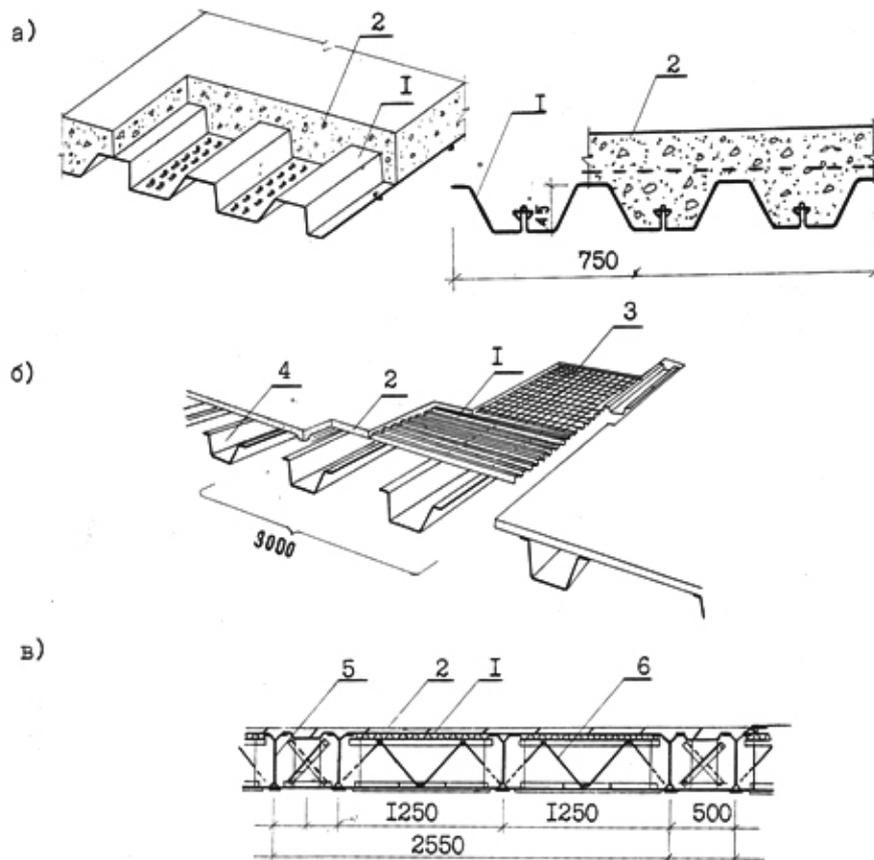


Рис. 3. Конструкции перекрытий, возводимых в Финляндии (а) и Японии (б, в)

а – система «Home Cone»; б – система «UKF»; в – система «ZDF»; 1 – настил; 2 – бетон; 3 – арматурная сетка; 4 – лотковый профиль; 5 – стойка балки; 6 – главная решетчатая балка.

На основании проведенного анализа применения стальных профилированных настилов в комплексных конструкциях перекрытий сделаны выводы: 1) стальные профилированные настилы в качестве внешней арматуры в комплексных конструкциях перекрытий многоэтажных зданий нашли широкое применение; 2) обеспечение совместности работы настила с несущими элементами увеличивает жесткость каркаса в 18 раз; 3) скорость возведения такой системы может достигать $400 \div 500 \text{ м}^2$ в день и более. Расход бетона на плиту перекрытия рассмотренной конструкции сокращается до 30%, расход арматуры из стержней периодического профиля – до 90%, по сравнению с расходом этих же материалов при возведении железобетонных плит традиционной конструкции.

Литература:

1. Cahiers de Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 1979, № 1621, ch. 3/75-53. p. 1-11.
2. Сталежелезобетонные конструкции перекрытий многоэтажных зданий. Обзорная статья. М.: Реферативный сборник. Зарубеж. опыт. 1975, сер. VIII, вып. 1, с. 6-11.

3. Проектирование комплексных перекрытий с учетом совместной работы железобетонных плит и стальных балок (Италия). - М.: ЦИНИС. Реферативный сборник. Зарубежный опыт. 1975, сер. VIII, вып. 1, с. 6-11.
4. Стальные унифицированные каркасные конструкции многоэтажных общественных и производственных зданий в ЧССР. - М.: ЦИНИС. Реферативный сборник, 1980, сер. 8, вып. 19, с. 4-7.
5. Стальные конструкции зданий со сталежелезобетонными плитами перекрытий ЧССР.: ЦИНИС. Реферативный сборник. 1974, сер. 8, вып. 5, с. 8-11.
6. Reinsch B., Cordes R., Sowa W. Fine neue Trapezblechdecke mit strazzen verbund. – Der stahlbau, 1979, № 1, s. 12-22.
7. Конструкции комбинированных перекрытий с применением стальных профилированных листов (обзорная статья). - М.: ЦИНИС. Реферативный сборник. 1977, сер. VIII, вып. 9, с. 62-66.
8. Конструкции 40-этажных административных зданий (ПНР). - М.: ЦИНИС. Реферативный сборник. 1975, сер. VIII, вып. 5, с. 2-5.
9. Matti Home. HOMECON-RAKENNUS-JÄRJESTELMÄ - Rakennustieto, 1982, № 3, s. 43.
10. Комплексные сталежелезобетонные конструкции перекрытий многоэтажных зданий (США, Япония). - М.: ЦИНИС. Реферативный сб. 1975, сер. VIII, вып. 14, с. 2-7.

Рецензент: к.т.н., доцент Абдыракаева Г.Дж.