

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАМЫ КОНСОЛЬНОГО КРАНА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD

*Ю. Н. Рыбалкина¹, С. О. Кузовенкова¹,
О. Х. Сейткалиев², В. Н. Ушакова², С. С. Чесноков²*

*¹Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

²АО «НИПИ Каспиймунайгаз» (г. Атырау, Казахстан)

Цель исследования – расчет и подбор сечения металлической рамы консольного крана согласно рис. 1, анализ конструктивно-расчетной схемы и проектирование оптимальных размеров сечений рамы. Модель крана была запроектирована и изготовлена авторами статьи в АО «НИПИ Каспиймунайгаз» г. Атырау (Казахстан).

Исследования выполнялись в три этапа: расчет с помощью программного комплекса SCAD, проектирование и проверка узлов.



Рис. 1. Модель консольного крана

С помощью программного комплекса SCAD, основанного на методе конечных элементов рассчитывались сечения в следующей последовательности: задавалась расчетная схема (рис. 2) с помощью опции «Генерация прототипа рамы», недостающие элементы задавались с помощью опции «Ввод узлов» и «Стержни», а также ввод жесткостных характеристик элементов и связей колонн. На экран выводятся перемещения узлов элемента. Для того, чтобы узнать перемещения всех опасных точек, можно воспользоваться командой «Разбивка стержня» и определить значения перемещений всех критических узлов. Перемещения в 10-м узле превышают допустимые, которые можно определить по формуле (1) [1].

$$f \leq \frac{2 * l}{120} \quad (1)$$

где f – максимальный допустимый прогиб консольной балки; l – расчетная длина балки

$$f \leq \frac{2 * 1000}{120} = 16,6 \text{ мм}$$

Как видно из рис. 3, прогиб на консоли балки равен 49,45 мм, что превышает допускаемые значения.

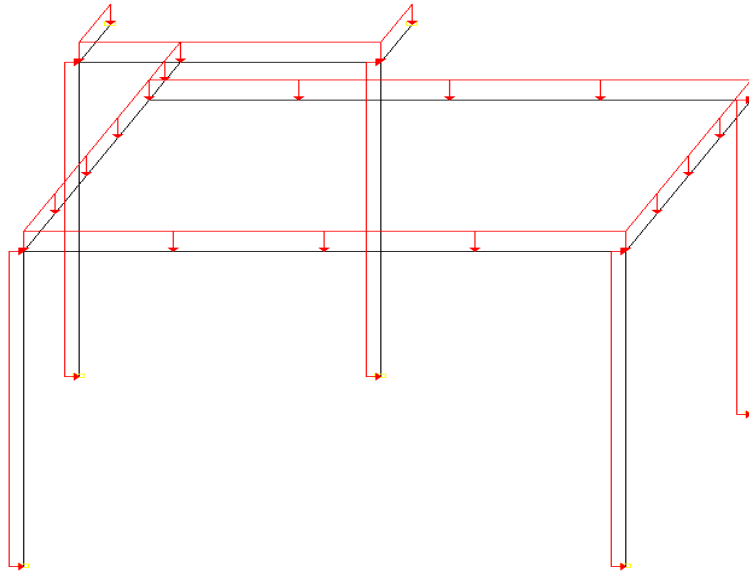


Рис. 2. Расчетная схема рамы

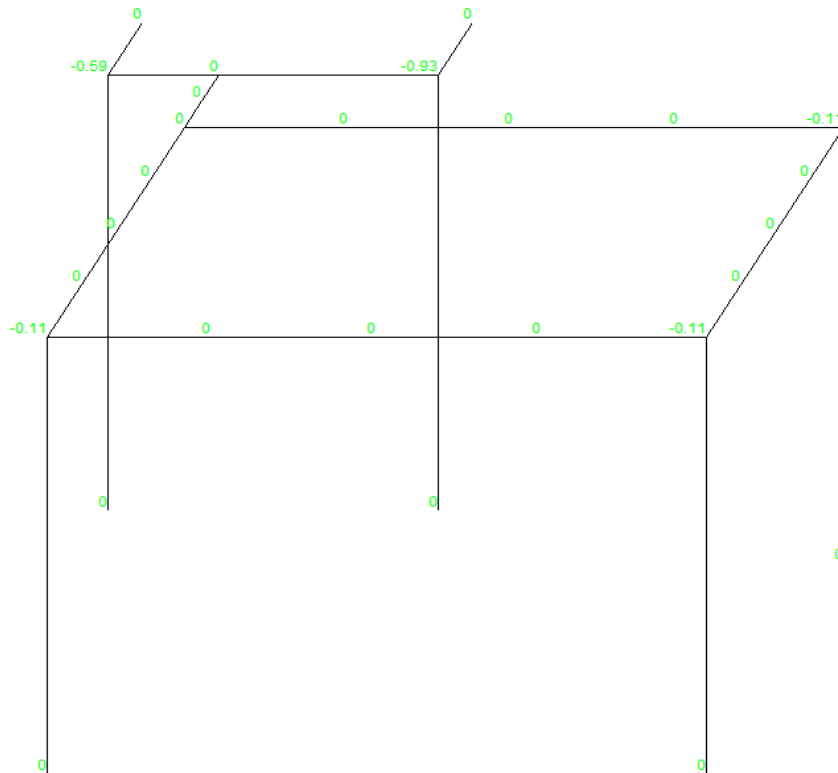


Рис. 3. Перемещения узлов расчетной схемы

В данной конструктивной схеме по расчетам выполняются все прочностные и допускаемые условия и прибегать к изменению схемы нет необходимости (рис. 4).

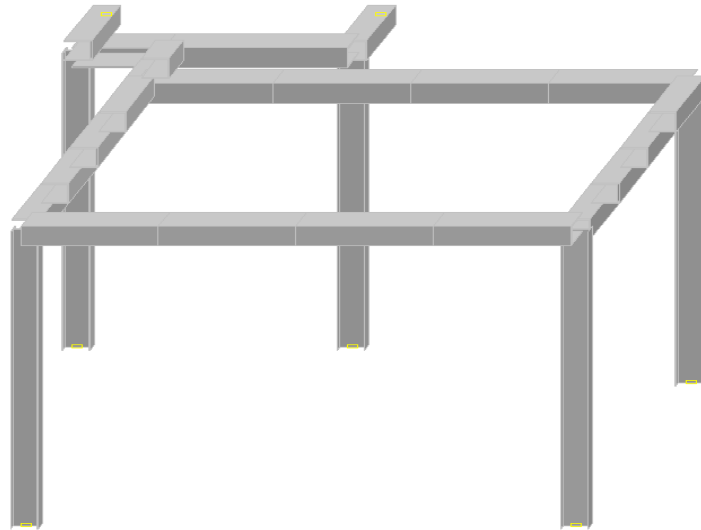


Рис. 4. Презентационная схема конструктивной схемы

План схемы рамы консольного крана, разрезы и узлы представленным на рис. 5–8.

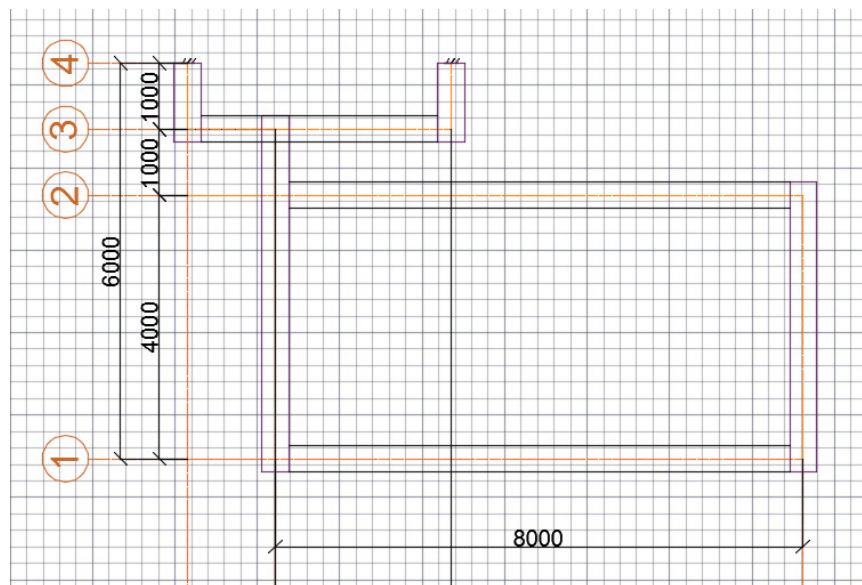


Рис. 5. План конструктивной схемы

Проверка узлов производится с помощью пособия по проектированию стальных конструкций [2].

Несущую способность при растяжении элемента связи проверяют с помощью формулы (2).

$$N \leq \frac{R_y * t^2 * D_f}{d_b - 3t_k} + R_y * t^2 * D_y \quad (2)$$

где N – усилие в элементе связи (берем из эпюры усилий; R_{yf} – расчетное сопротивление стали фланца; D_f – длина фланца вдоль фасонки связи; R_{yd} – расчетное сопротивление стали элемента связи;

$$6,94 \leq \frac{235 * 10^3 * 0,003^2 * 0,05}{0,02 - 3 * 0,003} + 235 * 10^3 * 0,003^2 * 0,05 = 9,72$$

Несущая способность узла достаточна.

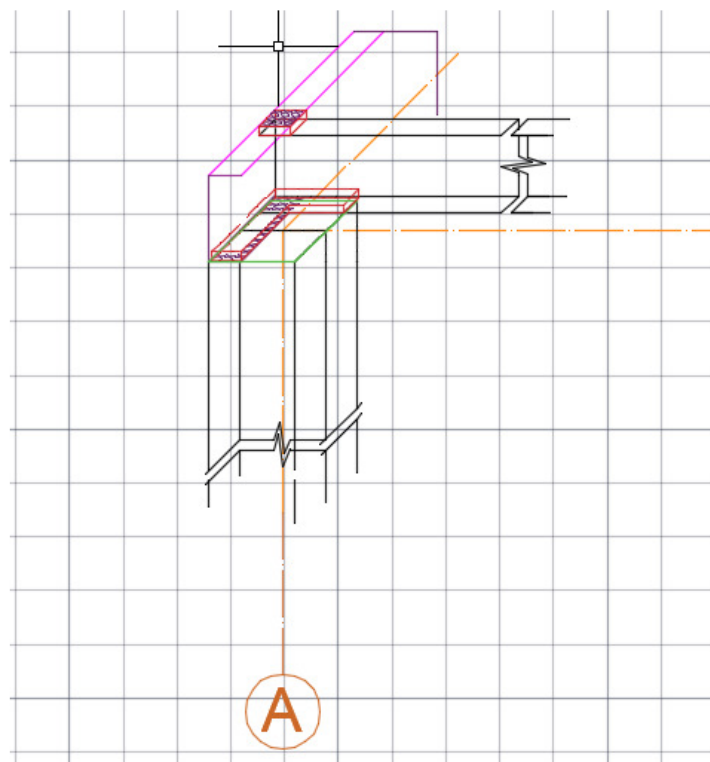


Рис. 6. Узлы металлических конструкций

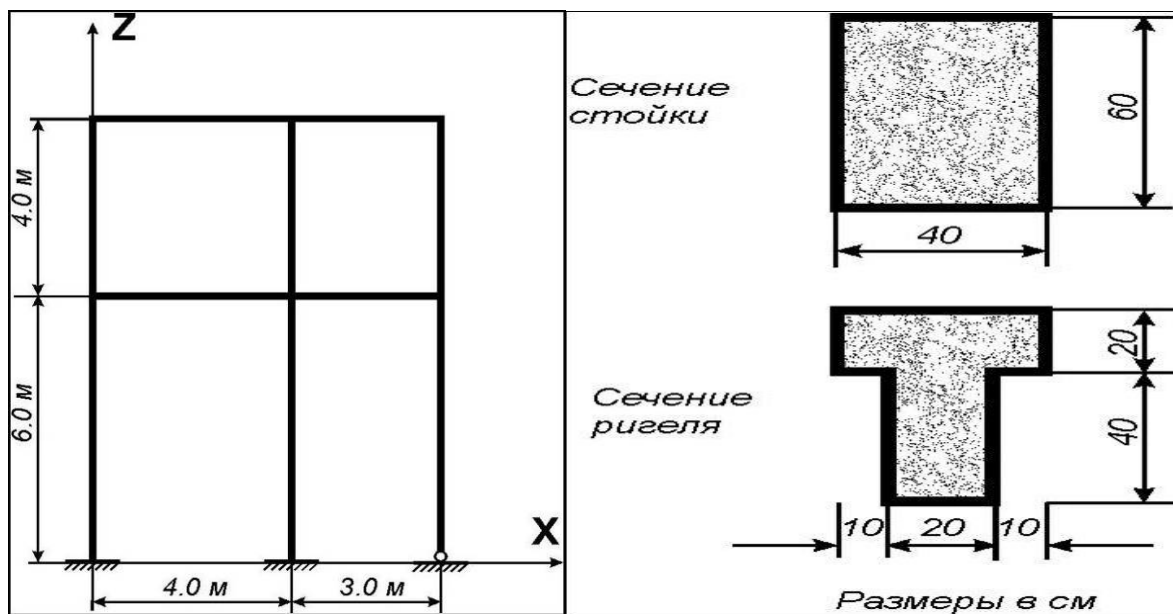


Рис. 7. Схема рамы

Рис. 8. Сечения элементов рамы

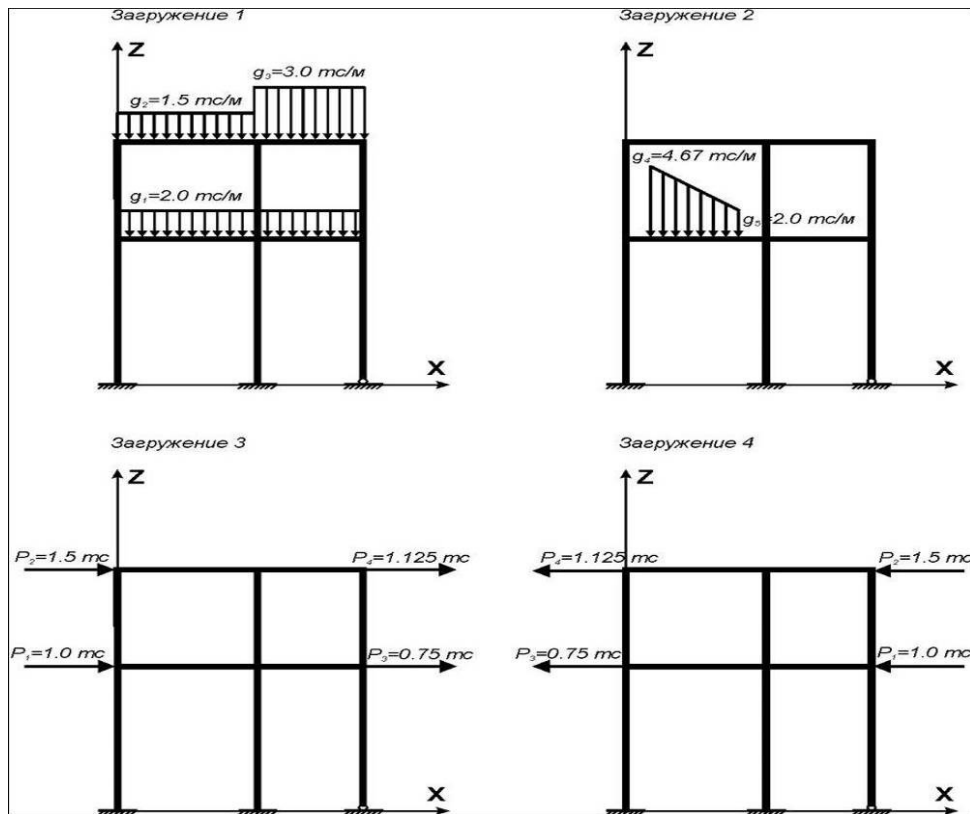


Рис. 9. Схемы загрузений рамы

В соответствии со строительными нормами расчет армирования, подбор и проверка металлических сечений производится по наиболее опасным сочетаниям усилий. Поэтому для дальнейшей работы в подсистемах ЛИР-АРМ и ЛИР-СТК нужно производить расчет РСУ или РСН.

Вычисление расчетных сочетаний усилий (PCY) производится по критерию экстремальных значений напряжений в характерных точках сечений элементов на основании правил, установленных нормативными документами (в отличие от вычисления РСН, где вычисления производятся непосредственным суммированием соответствующих значений перемещений и усилий в элементах).

Список литературы

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции.
2. Pshenichkina V. A., Voronkova G. V., Rekunov S. S. Research of the dynamical system "beam – stochastic base". *Procedia Engineering*. 2016. Т. 150. С. 1721–1728.
3. Карпенко Н. И., Ерышев В. А., Мухамедиев Т. А. Исследование деформации ж/б балочных элементов при знакопеременных нагрузках // Исследование ж/б конструкций при статических, повторных и динамических воздействиях. М. : НИИЖБ Госстроя СССР, 1984. С. 56–72.