

Рисунок 3 – Доли стран, разработчиков ПО на рынке САПР в РБ по разделам проектирования, %.

- Создание приложений под Windows требует исследований в области пользовательского интерфейса. Это наиболее целесообразно при адаптации наиболее удачных DOS-приложений к новым операционным системам. С этой целью был разработан стандарт SAA/CUA. При анализе существующего ПО, можно сделать вывод, что соответствуют стандарту SAA/CUA не более 25% Windows – приложений.
- Большая часть технической документации на поставляемое разработчиками ПО представляется в текстовом формате или Microsoft Word (использование которого требует наличия соответствующей лицензии). В тоже время с этой целью компанией Adobe разработан формат для электронных книг. Для просмотра документации в формате pdf требуется наличие программы Acrobat Reader, которая поставляется бесплатно. Другой вариант представления документации – в формате HTML (единый стандарт Web - документов), для просмотра которого достаточно браузера Internet Explorer, который интегрирован систему Windows. Удобство хранения документации в файлах данных форматов в том, что их можно без труда прочитать на различных платформах: Windows, Unix, Macintosh.
- Отсутствие фирм-издателей П.О. (s/w publishers). Фирмы-издатели играют очень существенную роль в общем процессе торговли ПО. Основная функция таких фирм заключается в выполнении всех работ по маркетингу и про-

даже ПО, получаемого от разработчика. По аналогии с работой книжных издательств такие фирмы как бы издают (готовят) получаемое от разработчиков ПО для рынка в виде продукта (товара). При этом они выполняют все работы от момента приобретения прав от разработчика ПО на маркетинг его ПО, и до момента поставки уже готового для продажи пакета-товара местному агенту. Можно сказать так, что каждое ПО (а ПО есть товар) должен иметь не только документацию, а и фирменную упаковку, логотип, товарную марку и т.д. Каждый товар должен удовлетворять требованиям:

- функциональные требования;
- характеристики качества;
- требования к документации;
- требования по развитию пакета, обслуживанию и обучению;
- требования по ценам;
- надлежащий маркетинг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет по НИР № 3.3/ГФ – 2001. ОДО НПП «Брест-КАД», 2001 – 117 с.
2. Верещагин П., Бахин Е. Выгоден ли САПР для российского предприятия? САПР и графика. – N 2. – 1998.
3. Потемкин А.. Внедрение САПР: начинаем с обучения персонала. САПР и графика. – N 3. – 1998.

УДК 624.94:69.057.122

Зинкевич И.В., Воробей В.А.

К РАСЧЕТУ СТАЛЬНЫХ РАМ С ПОДАТЛИВЫМИ УЗЛАМИ

При расчете рам традиционно используются классические расчетные схемы с двумя типами узловых соединений – жесткими и шарнирными. Однако, такой подход не всегда

позволяет получить адекватные действительности картины напряженно-деформированного состояния элементов и правильно определить их несущую способность.

Зинкевич Игорь Владимирович. Доцент, к.т.н., доцент каф. строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Воробей Владимир Александрович. Соискатель каф. строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

В мировой практике проектирования металлоконструкций существуют два подхода к решению этой проблемы.

Первый подход заключается в конструировании узла сопряжения элементов таким образом, чтобы он отвечал принятой расчетной схеме. В этом случае используются дополнительные элементы, ребра жесткости и прочие конструктивные детали для придания узлу дополнительной жесткости, чтобы его можно было считать абсолютно жестким. Значительно реже, в основном в большепролетных конструкциях, мостах, системах, где нежелательны моменты от изгиба стержней, идут по пути конструирования идеальных шарниров. Все эти конструктивные решения помимо увеличения материалоемкости и стоимости конструкции ведут еще и к снижению ее эксплуатационных качеств. Уменьшается коррозионная стойкость конструкции ввиду недоступности отдельных участков для очистки и окраски в процессе эксплуатации. Возникают дополнительные остаточные сварочные напряжения. Такие конструкции выглядят менее эстетичными.

Второй подход заключается в проектировании наиболее простых, технологичных и экономичных узловых соединений. В этом случае работа узла может существенно отличаться от принятых упрощенных схем и занимает промежуточное положение между жестким и шарнирным узлом. В мировой практике такие узлы получили название полужестких (semi-rigid) или податливых (flexible). Отметим, что в русскоязычной нормативной литературе до сих пор нет устоявшегося названия узлов этого типа. Мы в дальнейшем будем употреблять термин «податливый узел» т.к. на наш взгляд он наиболее полно отражает физическую сущность таких узлов.

Работа податливых узлов, в последнее время, привлекает пристальное внимание. В мировой практике накоплен достаточно большой банк данных по работе таких узлов при действии на них изгибающего момента [2]. Причем податливые узлы все чаще используются и при сопряжении баз металлических колонн с фундаментом [7]. Особый интерес, в последнее время, привлекает изучение работы таких узлов в составе рам, их влияния на распределение изгибающих моментов в элементах и устойчивость. Причем, начиная с 1985 года [10] появляется довольно большое количество методик и программ, позволяющих рассчитывать рамные стержневые конструкции с учетом линейной и нелинейной податливости узлов, влияния деформирования расчетной схемы в процессе нагружения, упругопластических свойств материала, циклического изменения нагрузки [3,6,10]. Однако, практические расчеты, выполненные с учетом всех выше названных факторов, в настоящее время носят эпизодический характер, а результаты, полученные при помощи различных программ порой достаточно противоречивы. Кроме того, такой подход применительно к практическим расчетам достаточно сложен, так как требует учета истории нагружения и задания начальных несовершенств конструкции и ее элементов. В противном случае мы будем получать достаточно отличающиеся друг от друга и от действительности результаты. Но об этом разговор пойдет в дальнейших статьях.

Поэтому в настоящее время в мировой практике основным продолжает оставаться поэлементный метод расчета стержневых конструкций. В этом случае могут быть применены отдельные положения, описанные выше. Например, введение в расчетную схему элементов, моделирующих упругоподатливую работу узлов. Расчет устойчивости конструкции с упругоподатливыми узлами при параметрическом изменении продольных усилий в стержнях с целью уточнения их расчетных длин. Такие расчеты, в настоящее время, достаточно легко реализуются во многих программных комплексах. Пример такой расчетной схемы приведен на рис.1.

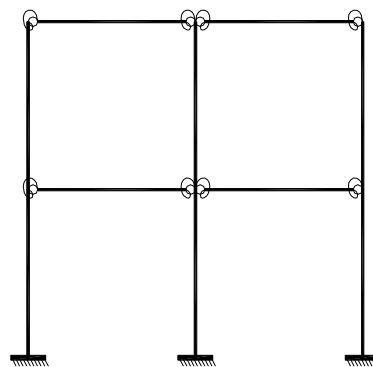


Рисунок 1 – Расчетная схема рамы с упругоподатливыми узлами.

Работы податливого узла в составе рамы может быть описана диаграммой, предложенной еще в 1934 году Бато и несколько измененной в 1985 году Ченом и Луи (рис.2). Эта диаграмма используется для нахождения момента в узле при действии нагрузки на ригель рамы. Криволинейная часть диаграммы описывает взаимный поворот стойки и ригеля в узле при действии изгибающего момента и определяется теоретически или экспериментально в зависимости от типа узла. Отметим, что диаграмма может быть использована для определения секущей жесткости узла.

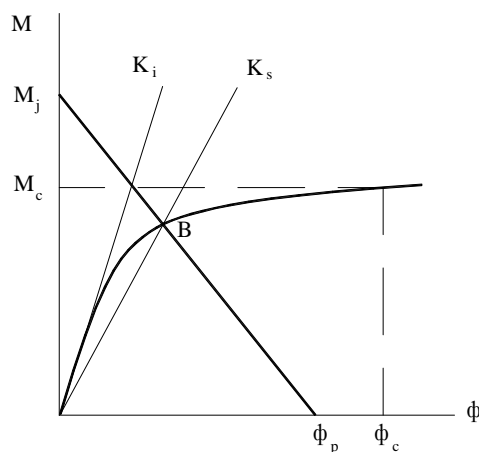


Рисунок 2 – Диаграмма для определения секущей жесткости узлов.

Здесь M_j - момент в узле при отсутствии податливости.

ϕ_p - угол поворота торца свободно опертой балки.

Например, при невозможности поворота узла в системе рамы и равномерно распределенной нагрузке по длине ригеля имеем:

$$M_j = \frac{q \cdot l_b^2}{12} \text{ и } \phi_p = \frac{q \cdot l_b^3}{24EJ_b}.$$

Для практических расчетов можно M_j определить для рамы, предварительно рассчитав ее без учета податливости узлов, после чего найти на диаграмме точку B и определить секущие жесткости узлов K_s . После чего значения секущих жесткостей могут быть заложены в расчетные схемы и произведены соответствующие расчеты. Такой подход, конечно, не лишен недостатков, но является наиболее простым и легко

реализуемым в практике проектирования рамных конструкций.

узла и рассчитать стержневую конструкцию с податливыми узлами.

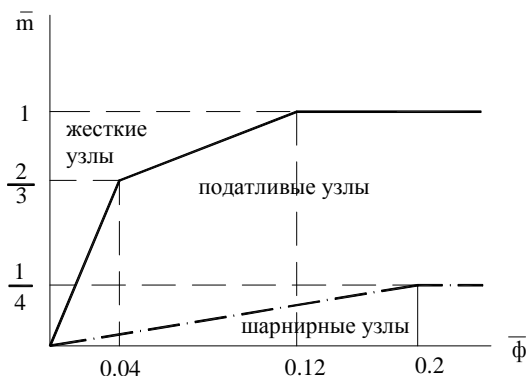


Рисунок 3 – Диаграмма для определения типа узлов.

Что касается критерия оценки типа узлов, то их было предложено несколько. На наш взгляд наиболее универсальным является критерий, принятый в Еврокоде 3 (рис 3.).

$$\text{где } \bar{m} = \frac{M}{M_{pl}}; \bar{\phi} = \frac{EI\phi}{M_{pl}l}$$

M - момент в узле; M_{pl} - предельный пластический момент в узле; ϕ - угол поворота в узле, EI - жесткость ригеля, l - пролет ригеля.

Изложенный материал позволяет проектировщику достаточно просто и с необходимой степенью надежности, обусловленной Нормами проектирования, правильно оценить тип

УДК 624.078.416:696.133

Зинкевич И.В., Лебедь В.А.

К ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ Т-ОБРАЗНЫХ УЗЛОВ ИЗ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБ, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

Конструкции из стальных прямоугольных труб заполненных бетоном имеют ряд бесспорных достоинств (огнестойкость, пониженная металлоемкость, коррозионная стойкость, эстетичность), благодаря чему они находят всё большее применение в практике строительства. В данных конструкциях сжатые элементы целесообразно выполнять в трубобетоне, что позволяет увеличить не только прочность, но и жесткость конструкции. Кроме этого, заполнение полых труб в конструкции бетоном позволяет повысить её огнестойкость. Большое внимание к трубобетону уделяется не только в области мостовых конструкций, но и при высотном строительстве.

Основные факторы, ограничивающие внедрение подобных конструкций, являются: недостаток экспериментальных исследований, недостаточно разработанные технологические решения и как следствие – недостаток научно обоснованных теоретических разработок, оценивающих несущую способность конструкций. При проведении расчета конструкции весьма важна оценка прочности и деформативности узлов, поскольку позволяет учесть реальную работу сооружения. Данная проблема весьма перспективна и в настоящее время

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.М. Горпинченко, Б.С.Цетлин, В.М.Туснина. К вопросу расчета гибких соединений ригелей с колоннами.// Строительная механика и расчет сооружений, 1986.-№6.С.10-13.
2. Эстрин Г.Я. Изгибающие моменты в полужестких узлах стальных рам// Экспериментальное исследование и расчет строительных сооружений/ Сб. тр.-М.,1992. С.137-147.
3. Al-Bermani F.G., Kitipornchai S.Elastoplastic Nonlinear Analysis of Flexibly Jointed Space Frames//Journal of Structural Engineering, 1992. -№1. P. 108-127.
4. Bjorhovde R., Brozzetti J., Colson A. Classification system for beam-to-column connections.// J. Struct. Engrg., ASCE 116, 1990.
5. Chen W.F., Lui E.M. Stability Design Criteria for Steel Members and Frames in the United States// J. of Construct. Steel Research, 1985.-№5. P.31-74.
6. Chui P.P-T., Chan S-L. Cyclic Response of Flexibly Jointed Frames//Steel Structures. -Honk Kong. 1996. P.201-208.
7. Ermopopoulos J.Ch., Stamatopoulos G. N. Moment-rotation curves for semi-rigid column bases//Steel Structures-Eurosteel'95. Rotterdam.-1995. P.211-217.
8. Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten/ Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau Deutsche fassung ENV 1993-1-1.-1992.
9. Szlendak J. Sposob obliczania plaskich ram stężonych z połączeniami podatnymi typu RI// Połączenia podatne w konstrukcjach stalowych. Białystok. 1997. S99-119.
10. Vogel. U. Calibrating Frames//Stahlbau. 1985.-№10. P.295-301.

ей уделяется значительное внимание.

В отечественной нормативной литературе [1] представлена методика расчёта узлов из полых прямоугольных труб. Соответственно нормами учтено:

- продавливание (выравнивание) участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки;
- несущая способность участка боковой стенки пояса (параллельной плоскости узла) в месте примыкания сжатого элемента решетки;
- несущая способность элемента решетки в зоне примыкания его к поясу;
- прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

Формулы, представленные в пособии по проектированию [1], ориентированы в большей степени на расчет узлов ферм. Следует отметить, что в левой части расчетных формул присутствует изгибающий момент, который отсутствовал в первых редакциях норм. Существующая отечественная нормативная литература не рассматривает узлы из прямоугольных труб, усиленных напрягающим бетоном.

Лебедь Виталий Алексеевич. Ассистент каф. начертательной геометрии и черчения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура