

УДК 621.835

Мовшович А.Я., Ищенко Г.И., Черная Ю.А., Бондарь О.В., Харьков, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БАЗОВЫХ ПЛИТ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИХ ОПИРАНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Розглянуті питання впливу конструктивно-технологічних параметрів базових плит на їх деформований стан. Встановлені раціональні умови опирання і закріплення базових плит при різних схемах навантаження, що забезпечують мінімальну величину нормальної і тангенціальної напруги і деформації базових плит.

Rассмотрены вопросы влияния конструктивно-технологических параметров базовых плит на их деформированное состояние. Установлены рациональные условия опирания и закрепления базовых плит при различных схемах нагружения, обеспечивающие минимальную величину нормальных и тангенциальных напряжений и деформаций базовых плит.

The questions of influence of structurally-technological parameters of base flags are considered on their deformed state. The rational terms of leaning and fixing of base flags are set at different charts loadings providing the minimum size of normal and tangential tensions and deformations of base flags.

Состояние вопроса.

Универсально-сборные приспособления для сборочно-сварочных работ (УСПС) являются сравнительно новым и эффективным средством технологического оснащения, позволяющее в двое уменьшить затраты на изготовление приспособлений для сварочного производства.

Базовые плиты для УСПС являются основанием для размещения элементов универсально-сборных приспособлений, и в процессе работы воспринимают все рабочие нагрузки. От их прочности и жесткости зависит качество сборочно-сварочных работ.

В результате анализа (с точки зрения теории упругости базовые плиты представляют собой тонкие пластины со сложной схемой нагружения и опирания) условий эксплуатации УСПС на машиностроительных предприятиях установлено, что нагружение базовых плит осуществляется под действием двух или четырех изгибающих моментов, опирание и закрепление при этом имеет место в 4-х, 6-ти и 9-ти точках.

Методика исследования.

Исследование напряженно-деформированного состояния базовых плит УСПС выполнялось с применением метода конечных элементов (МКЭ). С позиции конструктивной прочности рассматриваемая задача является двухмерной и относится к первой основной задаче теории упругости.

Исходными предпосылками при постановке настоящей задачи являлись следующие материалы:

- материал пластины считался изотропным и однородным;

- связь между компонентами напряжений и деформаций выражалась законам Гука;

- массовыми и инерционными силами пренебрегали.

При расчете изгиба пластин по методу конечных элементов принимались те же гипотезы, что и в классической теории изгиба пластин. Исследуемая область базовой плиты разбивалась на 64 прямоугольных элемента, в каждом из которых определялись усредненные значения компонентов напряжений и эквивалентное напряжение, вычисленное по гипотезе удельной потенциальной энергии формоизменения (четвертая теория прочности). В узлах элементов определялись перемещения в направлении оси Z и два угла поворота вокруг осей X и Y (рис.1). При этом были исследованы различные варианты конструктивных и технологических параметров базовых плит УСПС, приведенные в табл.1.

Условия закрепления пластины принимались таковыми, что перемещения по оси Z и углы поворота относительно осей X и Y в точках закрепления, считались равными нулю.

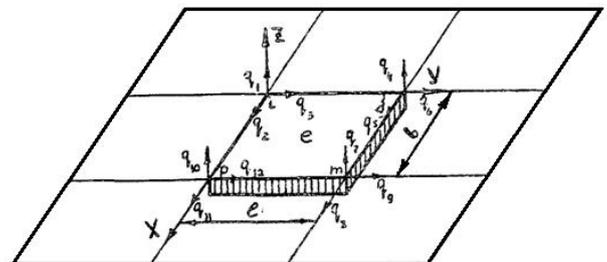


Рисунок 1 – Прямоугольный конечный элемент пластинки при изгибе

Для численной реализации поставленной задачи была разработана программа на алгоритмическом языке ПЛИ в системе ДЭС/ЕС. Расчеты проводились на ЭВМ ЕС - 1022.

Результаты исследования.

Полученные результаты машинного счета были систематизированы, проанализированы и представлены в виде эпюр и графиков, характеризующих напряженно-деформированное состояние базовых плит УСПС и влияние на него различных конструктивных и технологических параметров.

Анализ эпюр приведенных напряжений (σ_{pr}) показывает, что наиболее нагруженной зоной базовых плит является область приложения изгибающих

моментов. В этой зоне все нормальные (σ_x , σ_y) и тангенциальные (τ_{xy}) компоненты напряжений имеют максимальную величину.

Варьирование конструктивных и технологических параметров базовых плит УСПС в процессе машинного счета показало следующие результаты.

Соотношение сторон плит оказывает существенное влияние на величину действующих напряжений. При одинаковых условиях опирания и схемах нагружения приведенные напряжения из поверхности прямоугольных плит z 2,1 раза больше соответствующих напряжений квадратных плит.

Изменение условий опирания также оказывает влияние на изменение величины напряжений. Например, в квадратных плитах при нагружении двумя изгибающими моментами величины напряжений при опирании и закреплении в 4-х, 6-ти и 9-ти точках находятся в соотношении 1: 1,7 : 1,8.

Изменение схемы нагружения плит существенно влияет на величину действующих напряжений. Например, при нагружении квадратных плит двумя и четырьмя моментами величины соответствующих напряжений находятся в соотношении 1: 1,6.

Исследования напряженного состояния при различных толщинах плит показало, что приведенные напряжения всех вариантов не только не превосходят допускаемое $[\sigma] = 190$ Па, но и значительно меньше его $\sigma_{пр} = 10 - 70$ Па. Следовательно, напряжения, возникающие на поверхности базовых плит, не является определяющим фактором при выборе их толщины.

На рис.2 показаны эпюры приведенных напряжений квадратных плит при опирании и закреплении в 4-х, 6-ти и 9-ти точках и нагружении четырьмя равными изгибающими моментами.

Исследование деформированного состояния базовых плит показало следующие результаты.

Деформированное состояние плит при одинаковых условиях опирания подобно. Наибольшее значение прогиба имеет в центральных зонах и на контуре плит при закреплении в 4-х точках. Изменение условий опирания оказывает существенное влияние на величину прогибов плит.

При закреплении в 9-ти точках во всех случаях деформации плит имеет незначительную величину.

При закреплении прямоугольных и квадратных плит в 4-х точках и нагружении двумя изгибающими моментами наибольшие прогибы имеют место на контуре плит в области приложения моментов. Отношение наибольшего контурного прогиба к прогибу в центре плиты составляет: для прямоугольных плит 140%, для квадратных – 230%. При закреплении в 6-ти и 9-ти точках эти отношения увеличиваются.

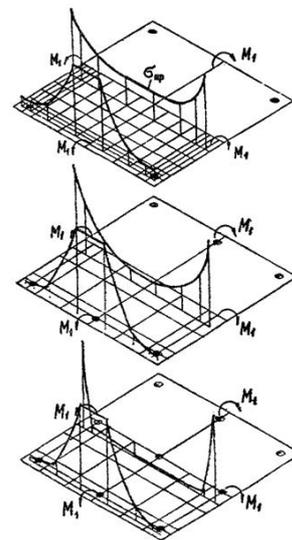


Рисунок 2 – Напряженное состояние квадратной плиты

Изменение схемы нагружения базовых плит оказывает существенное влияние на характер деформированного состояния. Для всех вариантов при закреплении в 6-ти и 9-ти точках наибольшие прогибы имеют место на контуре плит, а не в центральной зоне. При закреплении в 4-х точках наибольший прогиб имеет место в центре плит.

На рис.3 показана картина деформированного состояния квадратной плиты при нагружении четырьмя равными изгибающими моментами.

Установлены соотношения величин прогибов при различных схемах нагружения.

Анализ картин деформированного состояния рассматриваемых вариантов плит позволяет сравнительно просто выбрать оптимальную схему их опирания.

Из всех рассмотренных вариантов видно, что наименьшие прогибы базовые плиты при всех схемах нагружения имеют в случае закреплении их в 9-ти точках.

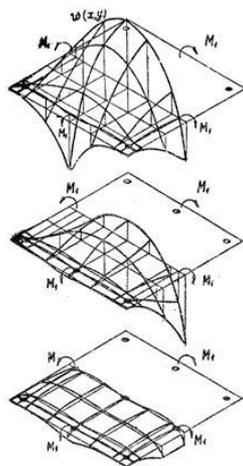


Рисунок 3 – Деформированная поверхность квадратной плиты

Таким образом, по результатам исследования напряженно-деформированного состояния базовых плит универсально-сборных приспособлений для сборочно-сварочных работ по методу конечных элементов сделаны следующие основные выводы:

1. Максимальные значения компонент нормальных к тангенциальных напряжений наблюдаются у боковых кромок плит.
2. Приведенные напряжения во всех рассмотренных случаях значительно меньше допускаемых.
3. Оптимальным с точки зрения напряженно-деформированного состояния является закрепление базовых плит в 9-ти точках.

Список использованных источников: 1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике, М., 1975 2. Постонов В.А., Хархурин И.Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций, Л., 1974 3. Мовшович А.Я., Федосеева М.Е., Агарков В.В. Унификация и стандартизация технологической оснастки - важнейшее условие ускоренной технологической подготовки производства, Х., НТУ «ХПИ», 2011, № 40, с. 13-18.

Поступила в редакцию 10.04.2012