

УДК 621.86

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРАНА-МАНИПУЛЯТОРА
МАШИНЫ ДЛЯ СВАРКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
НА ЭТАПЕ МОДЕРНИЗАЦИИ

И. А. ЛАГЕРЕВ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брянск, Россия

Целью оптимизации крана-манипулятора машины для сварки трубопроводов является максимальное выявление и использование резервов несущей способности его металлоконструкции и материала, а также энергетических характеристик силового гидропривода краново-манипуляционной установки. Достижение этой цели возможно при формировании таких кинематических схем крана, которые обеспечивают наилучшие значения заданных проектировщиком критериев качества при удовлетворении необходимых компоновочных решений, конструктивных и прочностных ограничений.

Задачу нелинейной условной оптимизации крана-манипулятора в общем случае формулируется следующим образом: для кинематической схемы требуется найти такое сочетание ее варьируемых размеров, при котором достигается минимум целевой функции с учетом конструктивных, компоновочных и прочностных ограничений.

Конструктивные ограничения представляют собой геометрические соотношения, накладываемые на предельные (наибольшие и наименьшие) значения варьируемых размеров кинематической схемы.

Компоновочные ограничения представляют собой геометрические соотношения, накладываемые минимально допустимыми длинами приводных гидроцилиндров, на минимально допустимые расстояния и между осями шарниров их крепления на металлоконструкции крана.

Прочностные ограничения представляют собой условия, накладываемые на величину напряжений в характерных сечениях металлоконструкции. При проверке прочностных ограничений напряжения вычисляются с использованием моделей.

Конкретная формулировка задачи оптимизации, математическое выражение целевой функции и ограничений в задаче оптимизации определяется приоритетной целью проводимой модернизации транспортно-технологической машины, в качестве которой могут выступать: повышение энергоэффективности силового гидропривода крана-манипулятора; снижение уровня нагруженности металлоконструкции крана-манипулятора.

Если модернизация направлена на повышение энергоэффективности силового гидропривода крана-манипулятора, в качестве критерия

оптимальности целесообразно использовать условие минимума суммы максимальных тяговых усилий, развиваемых гидроцилиндрами в процессе совершения поворотных движений рукоятью и стрелой при наиболее неблагоприятной конфигурации кинематической схемы манипулятора.

Максимальные значения тяговых усилий гидроцилиндров крана-манипулятора машины АСТ-4-А в процессе выполнения движений рукояти и стрелы, которые были достигнуты при оптимизации по критерию повышения энергоэффективности силового гидропривода, оказались сниженными с 96,9 до 57,5 кН (гидродвигатель движения рукояти) и с 130,2 до 68,9 кН (гидродвигатель движения стрелы), т.е. приблизительно на 41 % и 47 % соответственно. Это позволяет заменить применяющие в выпускаемой в настоящее время машине гидроцилиндры номинальным диаметром 125 и 160 мм на гидроцилиндры меньшего типоразмера номинальным диаметром по 110 мм и 140 мм соответственно, при сохранении паспортного значения номинальной угловой скорости поворота звеньев крана снизить расходы рабочей жидкости с 20,3 до 9,7 л/мин (гидродвигатель движения рукояти) и с 26,8 до 11,6 л/мин (гидродвигатель движения стрелы), т.е. приблизительно на 52 % и 57 % соответственно. Использование названных результатов при модернизации машины для сварки трубопроводов АСТ-4-А позволит снизить потребляемую мощность гидропривода приблизительно на 44 %.

Если модернизация направлена на снижение уровня нагруженности металлоконструкции крана-манипулятора, в качестве критерия оптимальности целесообразно использовать условие минимума суммы максимальных относительных напряжений в трех секциях при движениях рукояти и стрелы при наиболее неблагоприятной конфигурации кинематической схемы манипулятора. Данный подход позволяет снизить уровень относительных напряжений в наиболее нагруженных сечениях звеньев в среднем с 0,62 до 0,42, т.е. приблизительно на 32 %. Как результат, можно прогнозировать, что использование названных результатов при модернизации машины для сварки трубопроводов АСТ-4-А позволит повысить номинальную грузоподъемность крана-манипулятора с 750 до 1100 кг (в 1,47 раза) без дополнительного усиления его металлоконструкции.