

УДК 625.78.001.6

С.В. Шешурин (5 курс, каф. ГАК), В.А. Прокопенко, к.т.н., доц.,
А.А. Яцкевич, к.т.н., доц.

СТРУКТУРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ МАГИСТРАЛЕЙ

Современные городские условия предъявляют качественно новые требования к проведению ремонтно-восстановительных работ и работ по непосредственной прокладке водопроводных труб и электрических кабелей. Высокотехнологичное гидравлическое оборудование для бестраншейной прокладки коммуникаций в таких условиях в полной мере должно отвечать таким современным требованиям, как: надежность, относительно низкая стоимость, широкий диапазон усилий, взаимозаменяемость элементов и узлов, малые энергетические потери, высокие динамические характеристики. Также оно должно позволять производство работ по прокладке и замене магистралей под автомобильными и железнодорожными переездами без остановки движения по ним. Эксплуатация оборудования обеспечивает высокую культуру производства и имеет значительные преимущества перед традиционными методами с точки зрения экологии.

Целью работы является совершенствование оборудования, путем улучшения технических характеристик, используя статический и динамический расчеты основных узлов гидросистемы и динамической модели методами теории автоматического регулирования (ТАР).

Выпускаемое в настоящий момент отечественное оборудование имеет широкий ряд номинальных усилий (0,15...4МН) при диапазоне диаметров протягиваемых труб 60...1420мм. Наибольшими технологическими возможностями обладает установка с номинальным усилием 4МН. Установка работает по следующей технологии:

1. Изготовление двух котлованов: в месте размещения силового агрегата и в том месте, до которого необходимо протянуть трубу. Размеры котлованов выбираются таким образом, чтобы обслуживающий персонал имел доступ к агрегату и узлам и обеспечивалось базирование установки.
2. Изготовление внутри исходного котлована опалубки, установка силового агрегата, соединенного присоединительными шлангами с находящейся на поверхности насосной установкой. Базирование и закрепление силового агрегата.
3. По направляющим последовательно подаются штанговые секции, которые зажимаются узлом захвата и соединяются с помощью специального гидромеханического ключа друг с другом. Силовые цилиндры (два гидроцилиндра, включенных по дифференциальной схеме) последовательно проталкивают штанговые секции сквозь грунт и, после разжима захвата, возвращаются обратно. Общая длина проталкивания штанг может достигать до 120 метров.
4. При достижении штанговой системой приемного котлована, к ней присоединяется протягиваемая труба. Производится обратный ход штанговой системы в обратном порядке.
5. При необходимости увеличения длины прокладки силовой агрегат переносится в приемный котлован. Изготавливается последующий соответствующий котлован, который становится приемным. Далее повторяются все перечисленные операции.

Ввиду того, что гидроцилиндры перемещают весьма сложную систему штанг, необходимо исследовать динамическую структуру «гидронасос-гидроцилиндр-штанги» на динамическую устойчивость, чтобы исключить возможность возникновения колебательных режимов с достаточным запасом.

В соответствии со своим функциональным назначением устройства, узлы и гидроаппаратура для бестраншейной прокладки труб и кабелей представляет собой систему стабилизации или регулирования усилия, приложенного к перемещаемому подвижному узлу по гори-

зонтальной координате при наличии возмущающих воздействий в виде изменения скорости и массы перемещаемого объекта (набора штанг, захватных устройств, труб).

Разработана расчетная физико-математическая модель системы, на основании которой, получена система нелинейных дифференциальных уравнений, соответствующая математической модели. В инженерной практике обычно необходима предварительная оценка динамических свойств гидросистемы. В данном случае рассматривается вариант перемещения максимальной подвижной массы. Для анализа методами ТАР необходимо ввести преобразование Лапласа. Исходя из линеаризованной системы дифференциальных уравнений, построена структурная схема гидросистемы, получена передаточная функция разомкнутой системы и построены, при ступенчатом силовом воздействии, логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАЧХ) и переходный процесс. Переходный процесс исходной системы, полученный с помощью программы моделирования «СИАМ», является малодемп-

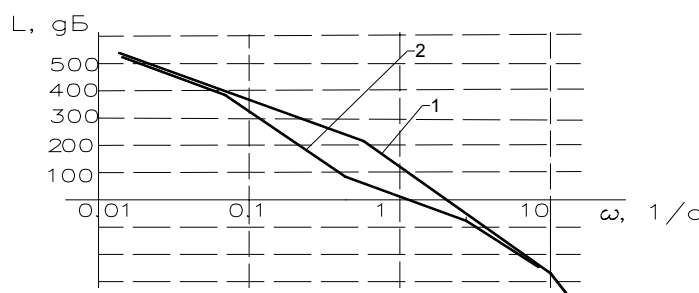


Рис. 1. ЛАЧХ разомкнутой системы:
1 – при исходном варианте,
2 – с корректирующей RC-цепью

финованным (логарифмический декремент равен 0,23) и низкочастотным (с собственной частотой 5,7Гц). Участок ЛАЧХ пересекает ось частот с наклоном 40дБ/дек (рис. 1), т.е. система находится на границе устойчивости, а ее колебательность в переходных процессах высока из-за большой протяженности этого участка. Таким образом, гидросистема установки для бесшланговой прокладки труб и кабелей имеет недостаточно высокие динамические характеристики, что не исключает возможности появления колебательных и резонансных режимов [1].

Улучшение динамических свойств гидросистемы осуществляется за счет

подключения корректирующей гидравлической RC - цепи. При правильно выбранных параметрах RC - цепи наклон участка ЛАЧХ в области пересечения с осью частот должен составлять 20 дБ/дек. При достаточной протяженности этого участка может быть получен неколебательный переходный процесс. Используя предложенные в [2] основные соотношения постоянных времени, определены оптимальные параметры RC - цепи (гидравлическая емкость дросселя RC – цепи $C_a = 14,1 \text{ см}^3/\text{с} \cdot \text{МПа}$, проводимость уплотнений дросселя RC – цепи $R = 10,8 \text{ см}^3/\text{МПа}$).

Подключение RC - цепи позволяет существенно улучшить динамическое качество системы: наклон ЛАЧХ на частоте среза – 20дБ/дек, переходный процесс становится апериодическим, причем время его уменьшается в 11 раз, а перерегулирование составляет не более 22%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. М.: Машиностроение, 1973 – 606с.
2. Методические указания по выполнению расчетов и проектированию систем уравнивания вертикально подвижных узлов металлорежущих станков и станочных комплексов.-/М.Г. Биндер, М.А. Болотников, В.С. Бурлуцкий и др.- СПб: СПбГТУ, 1993 – 37с.