

$$\begin{cases} B_1 j_{21}^2 + B_2 j_{22}^2 - B_4 (j_{21} - j_{22})^2 + B_6 j_{22}^2 = M_D, \\ B_2 j_{21}^2 + B_3 j_{22}^2 - B_5 j_{21}^2 = 0, \\ J_{II} j_{21} = -M_C. \end{cases} \quad (2)$$

Условием перехода является достижение угловой скорости реактора угловой скорости ведомого звена, т.е. $j_{22} = j_{21}$.

Участок совместного движения реактора и ведомого звена:

$$\begin{cases} B_1 j_{21}^2 + B_2 j_{22}^2 - B_4 (j_{21} - j_{22})^2 + B_6 j_{22}^2 = M_D, \\ B_2 j_{21}^2 + B_3 j_{22}^2 - B_5 j_{21}^2 = -M_C. \end{cases} \quad (3)$$

Условием перехода является смещение центра тяжести неуравновешенной массы сателлита в относительном движении в область отрицательных значений инерционного момента, т.е. $j_{21} - j_{22} = \frac{p}{a}$.

Участок торможения реактора:

$$\begin{cases} B_1 j_{21}^2 + B_2 j_{22}^2 - B_4 (j_{21} - j_{22})^2 + B_6 j_{22}^2 = M_D, \\ B_2 j_{21}^2 + B_3 j_{22}^2 - B_5 j_{21}^2 = 0, \\ J_{II} j_{21} = -M_C. \end{cases} \quad (4)$$

Условием перехода является остановка реактора, т.е. $j_{22} = 0$.

Выстой реактора:

$$\begin{cases} B_1 j_{21}^2 + B_4 j_{21}^2 = M_D, \\ J_{II} j_{21} = -M_C. \end{cases} \quad (5)$$

Условием перехода является смещение центра тяжести неуравновешенной массы сателлита в относительном движении в область положительных значений инерционного момента, т.е. $j_{21} - j_{22} = \frac{2p}{a}$,

где

$$\begin{aligned} B_1 &= J_{21} + nme^2 + 2nmed(1+a)\cos\gamma + nJ_r(1+a)^2, \\ B_2 &= -anJ_r(1+a) - nmaed\cos\gamma, \\ B_3 &= J_{22} + nJ_r a^2, \\ B_4 &= nmaed(1+a)\sin\gamma, \quad B_5 = B_3 + J_{II}, \\ B_6 &= nmaed\sin\gamma, \\ \gamma &= a(j_{21} - j_{22}). \end{aligned}$$

В качестве начальных значений для последующих циклов используются конечные значения предыдущего цикла, что вытекает из непрерывности процесса.

Полученные системы дифференциальных уравнений являются нелинейными и нестационарными. Рабочий процесс ИТВМ циклически повторяется. Задача оптимизации рабочего процесса сводится к нахождению минимума функционала

$$f(J_{22}, M_C) = \sum_{i=i_1}^{i_n} \left\{ (j_{22}^*(i) - j_{22}^*(i))^2 + (M_C(i) - \frac{M_D}{i})^2 \right\}$$

где i – передаточное отношение, $j_{22}^*(i)$ – значение скорости ведомого маховика при переходе от участка

разгона к участку совместного движения в текущем цикле рабочего процесса, $j_{22}^*(i)$ – значение скорости ведомого маховика при переходе от участка разгона к участку совместного движения в последующем цикле рабочего процесса.

Задача осложняется тем, что четыре такта цикла рабочего процесса, описываемые системами дифференциальных уравнений, зависят каждый от предыдущих. Рассматриваются два подхода к решению этой задачи. Один из них основан на идентификации неявных моделей технологических связей, описанный в работе [2], который позволяет избавиться от нахождения решения систем дифференциальных уравнений. Второй подход основан на получении приближенных аналитических решений систем (2)-(5) методом малого параметра (этот метод использовался для решения подобных систем в работе [3]) и последующим использованием полученных решений в задаче оптимизации.

Сравнение решений задачи оптимизации, полученной этими двумя методами, позволит выбрать из них лучший. В дальнейшем также планируется решение одним из выбранных методов задачи оптимизации рабочего процесса ИТВМ с учетом диссипативных потерь, упругих свойств вала реактора и характеристик двигателя внутреннего сгорания [1], математическая модель которого значительно сложнее.

Работа выполнена по плану Министерства образования и науки Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов С.П. Бесступенчатые передачи тяговых и транспортных машин: Учеб. пособие /С.П. Баженов. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2003. – 81 с.
2. Блюмин С.Л. Оптимальное моделирование технологических связей: Учеб. пособие /С.Л. Блюмин, А.К. Погодаев, В.В. Барышев. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 1993. – 68 с.
3. Леонов А.И. Инерционные автоматические трансформаторы вращающего момента /А.И. Леонов. – М.: Изд-во «Машиностроение», 1978. – 228 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЛАЗЕРНЫХ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Беспалов Ю.И., Терещенко Т.Ю.

*Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург*

Знаменательным для маркшейдерско - геодезического приборостроения второй половины XX века является создание и широкое распространение визуальных и лазерных приборов с компенсаторами углов наклона. В разработке теории этих устройств значительный вклад был сделан профессором Ленинградского (ныне – Санкт-Петербургского) горного института Н.А. Гусевым (1903-1996). Его научные труды не потеряли актуальности и в настоящее время [1]. Исследования, выполненные Н.А. Гусевым и его учениками, способствовали созданию ряда маркшейдерско-

геодезических приборов с жидкостными компенсаторами (ЖК) как визуального типа, так и основанных на использовании лазерных излучателей.

Разработка лазерных приборов нового поколения на базе современных достижений электроники способствовала коренным изменениям в методике маркшейдерско-геодезических работ. Прогресс в развитии лазерных приборов способствует повышению производительности труда и облегчению многих измерительных операций, поэтому лазерные приборы находят все более широкое применение в маркшейдерском деле и геодезии. Рассмотрим вопросы использования наиболее простых приборов – ручных электронных дальномеров и лазерных нивелиров.

Первый ручной лазерный дальномер с полупроводниковым лазерным диодом (ПЛД) под названием Disto был изготовлен швейцарской фирмой Leica и предназначался для измерения небольших дистанций при диффузном отражении лучей лазера от объекта. Имея относительно небольшие габариты (255x88x46 мм) и массу порядка 0,5 кг этот прибор измерял расстояния до 30 м с точностью 3 мм [2].

На базе ручного дальномера Disto фирмой Leica разработаны модели нескольких типов приборов, различающиеся дальностью действия и точностью измерений, появились также ручные дальномеры фирм Sokkia (Япония), Jenoptik (Германия), Stabila (Германия) и Bosch (Германия), имеющие близкие параметры.

Нами были выполнены исследования точности измерения дистанции ручным дальномером Leica Disto basic с заводским номером Art №663300 S N1232786. При экспериментах корпус дальномера фиксировался на головке геодезического штатива и снималось 10 парных отсчетов по индикатору на каждый наблюдаемый объект, наблюдения проводились на открытом воздухе, летом, в дневное время суток, при пасмурной и солнечной погоде. Визирование осуществлялось на объекты, выполненные из бетона, красного кирпича, доломита и пластика. Дистанция L до наблюдаемого объекта колебалась от 15 до 25 м, при этом эксперименты проводились с изменением угла встречи луча с объектом от 60° до 90°.

Оценка точности измерений выполнялась по известной формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum e^2}{2d}}, \quad (1)$$

где m – средняя квадратическая погрешность (СКП) отдельного измерения; e – разность парных отсчетов по индикатору дальномера в цикле; d – число пар в каждом цикле наблюдений ($d = 10$).

По результатам выполненных экспериментов установлено, что СКП измерения расстояний исследуемым дальномером, вычисленная по формуле (1), не превышала 2 мм для большинства объектов; зависимости точности измерений от величины угла встречи лазерного луча с объектом и влияния внешней засветки не установлено. Полученная величина СКП измерения расстояний хорошо коррелируется с декларируемой точностью прибора, характеризующейся предельной ошибкой 5 мм. Отмечено снижение точности измерения расстояний при наведении на пластик ($m =$

28 мм), что следует отнести к возможному изменению полярности отраженного лазерного луча для случая, близкого к зеркальному отражению, поскольку прибор рассчитан на диффузное отражение от объекта.

Таким образом, как показали результаты выполненных экспериментов, ручные лазерные дальномеры Disto обеспечивают достаточно высокую точность измерений и могут успешно применяться в производственных условиях. Целесообразно продолжить исследование точности таких приборов при маркшейдерских измерениях в подземных горных выработках.

Лазерные нивелиры различных конструкций также находят широкое применение при выполнении маркшейдерских работ. Согласно результатам исследований отечественного лазерного нивелира Лимка-горизонт, лазерный луч которого приводится в горизонтальное положение цилиндрическим уровнем с ценой деления 30", использование неколлимированного луча ПЛД вполне обеспечивает точность технического нивелирования [3]. Выполненные исследования подтвердили целесообразность использования таких приборов при производстве маркшейдерско-геодезических работ, требующих горизонтирования луча с СКП порядка 6,1". Однако необходимость приведения лазерного луча к горизонту с помощью точного цилиндрического уровня ограничивает область применения нивелиров типа Лимка-горизонт.

Более удобными являются лазерные нивелиры на базе ПЛД с компенсаторами углов наклона, в качестве которых удобнее использовать ЖК клинового типа со сферическими ампулами, обеспечивающие высокую надежность приборов. Принципиальная схема такого нивелира представлена в работе [3].

Таким образом, проведенные исследования будут способствовать широкому внедрению лазерных приборов в практику маркшейдерско-геодезических измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев Н.А. Маркшейдерско-геодезические инструменты и приборы. М.: Недра, 1968.- 318 с.
2. Надолинец Л. Д. Ручные лазерные дальномеры //Геодезист. – 2001. - № 1. С. 22 – 23.
3. Терещенко Т. Ю. Разработка методики маркшейдерских работ при подземном строительстве с использованием лазерных приборов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук - М.: Московский государственный горный университет, 2004. – 22 с.

ГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТКАНЕЙ ПАХОВОГО КАНАЛА ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ КРИПТОРХИЗМЕ В СТРУКТУРЕ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Богомолова Н.В., Морозов Д.А., Никитина А.С.

*Саратовский государственный
медицинский университет,
Саратов*

Крипторхизм относится к числу актуальных проблем современной андрологии и занимает ведущее