

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ РЕЖИМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЗЫВНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ УСТРОЙСТВ (ВПУ)

Торобеков Б.Т., Охотников В.И.

Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова

В статье описан алгоритм разработки учебного наглядного прибора (стенда) для демонстрации принципов регулирования транспортных и пешеходных потоков с применением вызывных пешеходных устройств (ВПУ) в условиях существующей дорожно-транспортной инфраструктуры.

В местах пересечения магистралей с местными проездами и пешеходными переходами иногда устанавливаются вызывные устройства, которые предназначены для перекрытия движения по магистрали на время проезда единичных транспортных средств по второстепенной дороге либо перехода пешеходами проезжей части [1].

Принцип действия вызывного устройства заключается в следующем: со стороны второстепенной улицы перед перекрестком устанавливают транспортный детектор - чувствительный элемент, реагирующий на движение транспортных средств. Наибольшее применение получили индуктивные и ультразвуковые детекторы. На главной магистрали постоянно включен зеленый сигнал, а со стороны второстепенного направления - красный. Если по второстепенной улице к магистрали приблизится автомобиль, то транспортный детектор пошлет сигнал в контроллер, который через заданный промежуток времени для второстепенного направления включит сначала желтый, а затем зеленый сигналы, обеспечивающие выезд автомобиля на главную магистраль. После проезда автомобиля восстанавливается обычное положение - зеленый сигнал на основной магистрали, красный - на второстепенной. [2].

Устройства вызывного действия могут применяться и для пешеходов в местах, где их движение носит эпизодический характер (например, на пешеходных переходах, расположенных возле школ, детских учреждений и т. п.). На таких пешеходных переходах устанавливают кнопочный датчик, с помощью которого сами пешеходы включают для себя зеленый, а для транспортных средств - красный сигнал. Применение пешеходных вызывных устройств существенно повышает безопасность движения пешеходов и способствует сокращению задержек транспортных средств [3].



Разработанный стенд позволяет с достаточной степенью наглядности и доходчивости продемонстрировать принцип регулирования транспортных и пешеходных потоков с применением вызывных пешеходных устройств (ВПУ). Стенд содержит основание, размещенные на основании модели транспортных средств, микропроцессорный контроллер (процессор ATmega 8535 (Atmel), контроллер питания с обвязкой, модели светофоров, модели вызывных устройств, шим-регулятор, блок питания (12 V;2,1A), датчик Холла, кнопка вызова с индикатором часового типа (таймер).

Стенд позволяет изучать взаимодействие транспортных и пешеходных потоков по принципам гибкого (адаптивного) регулирования. Регулирование дорожного движения производится светофорами и вызывным пешеходным устройством. В обычном (не активном) состоянии индикация светофора отображается в виде зеленого (разрешающего) сигнала для транспортного потока и красного (запрещающего) сигнала для пешеходного потока (рис 1.). В активном режиме, после того как была нажата кнопка на вызывном устройстве, на индикаторе времени (таймере) начинается обратный отсчет времени для пешехода, т.е. сколько времени осталось до переключения светофора. По истечении фиксированного времени, светофор вступит в фазу переключения сигналов для автомобилей – промежуточный такт и, затем запрещающий сигнал.

Одновременно происходит переключение сигналов пешеходного светофора на разрешающий (зеленый) сигнал. После чего, начинается отсчет времени для автомобилей, по истечении которого светофор перейдет в фазу обратного переключения. При активации вызывного устройства и отработанного цикла светофора, вызывное устройство не будет отвечать на нажатие кнопки. Таким образом, демонстрируется невозможность разрыва транспортной фазы без истечения фиксированного времени на ее осуществление.

Движение автомобилей осуществляется с помощью электродвигателей. Электропитание подается на электродвигатель с токоведущих частей дорожного полотна посредством двух контактных проводников, которые прижимаются массой автомобиля к токоведущим частям дорожного полотна.

Электроэнергия приводит в движение двигатель, который через приводной вал и редуктор задних колес приводит колеса в движение, тем самым заставляя автомобиль двигаться по дорожному полотну.

Автомобили двигаются по дорожному полотну по заданной траектории по направляющим канавкам, в которые вставляется направляющий штырь автомобиля, тем самым направляя автомобиль по заданной траектории и предотвращая его схождения с дорожного полотна.

Рис.1.Алгоритм работы стенда

При подаче питания на стенд, напряжение электрической сети преобразуется блоком питания в постоянный ток напряжением 12 и 5 вольт (рис 2.). Напряжение 12 вольт используется для питания моделей автомобилей, а напряжение 5 вольт питает всю остальную схему управления стендом. При первом включении происходит инициализация микропроцессора (DD1), после которой управление стендом переводится в исходное состояние, то есть автомобили двигаются, и на светофорах включается индикация разрешающего сигнала автомобилям и запрещающего пешеходам.

В исходном состоянии программа, записанная в микропроцессор(DD1), отслеживает нажатие на кнопку вызывного устройства (ПУСК).

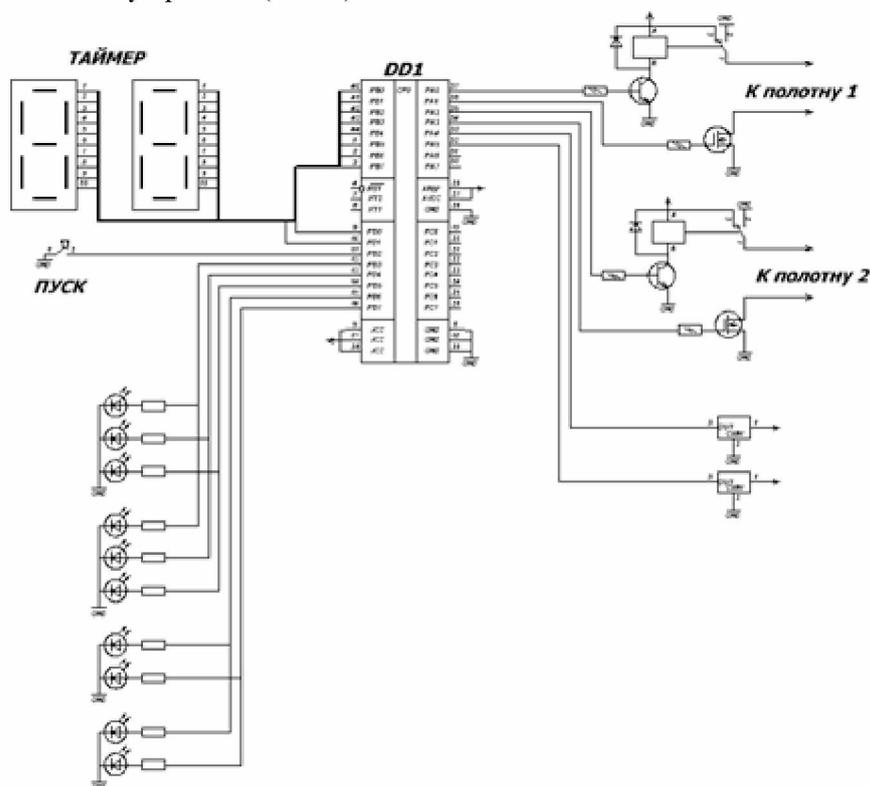


Рис.2. Принципиальная схема устройства системы

При нажатии на кнопку вызывного устройства, низкий логический уровень поступает на вывод 11 микропроцессора (DD1), после чего программа переходит к выполнению отсчёта времени до переключения фаз светофора. В этом режиме происходит индикация цифрами времени, оставшегося до переключения на цифровом индикаторе. По достижении нулевых значений счётчика цифрового индикатора происходит переключение фаз светофора: загорается запрещающий сигнал автомобилям, микропроцессор(DD1) ожидает сигнала от датчиков положения автомобилей, установленных на уровне стоп-линий перед пешеходным переходом.

При срабатывании датчика происходит отключение питания того дорожного полотна, на котором он установлен, тем самым обеспечивается остановка автомобиля перед пешеходным переходом, и происходит обратный отсчет времени до завершения пешеходной фазы светофора.

По достижении нулевых значений происходит подача питания на оба полотна, автомобили начинают движение, и программа переходит в исходное состояние.

В зарубежной практике пешеходные переходы с вызывными устройствами получили широкое распространение, что объясняется их высокой эффективностью (с позиций обеспечения безопасности движения и создаваемых задержек транспорта). Одной из причин применения пешеходных вызывных устройств является то, что они наилучшим образом соответствуют требованиям обеспечения безопасности детей, людей пожилого возраста и инвалидов.

Литература

1. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. М. 2001.247 с.
2. Правила движения по улицам и дорогам Союза ССР// Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР. – М., 1962. – 124 с.
3. И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. Организация и безопасность дорожного движения. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 272 стр.

УДК 656.11:656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АВТОМОБИЛЕЙ

Атабеков К.К., Маткеримов Т.У.

Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, atabekov_k@mail.ru

STUDY OF MODES OF MOVEMENT FOR ENVIRONMENTAL PERFORMANCE CARS

Atabekov K K Matkerimov T U.

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakova, Bishkek, Kyrgyzstan, atabekov_k@mail.ru

В статье рассматривается влияние режимов движения автомобилей на экологические показатели автомобилей

The article examines the impact of modes of movement of cars on the environmental performance of vehicles

Во всех странах мира продолжается концентрация населения в крупных городских агломерациях. С развитием городов и ростом городских агломераций всё большую актуальность приобретает своевременное и качественное обслуживание населения, безопасность дорожного движения, охрана окружающей среды от негативного воздействия городского, особенно автомобильного транспорта.

Согласно данным статистики, все виды транспорта дают 60% общего количества загрязнений, поступающих в атмосферу, промышленность – 17%, энергетика – 14%, остальные – 9% приходится на отопление зданий и других объектов и уничтожение отходов.

В отработавших газах двигателя внутреннего сгорания содержится свыше 170 вредных компонентов, из них около 160 – производные углеводородов, прямо обязанные своим появлением неполному сгоранию топлива в двигателе. Наличие в отработавших газах вредных веществ обусловлено условиями сгорания топлива.

Магистральные улицы в городах составляют примерно 20–30% общей протяженности всех улиц и проездов. На них сосредотачивается до 60–80% всего автомобильного движения, то есть магистрали в среднем загружены примерно в 10–15 раз больше, чем остальные улицы и проезды.

Продолжительность наиболее характерных режимов работы автомобилей и автобусов в условиях города в зависимости от общего баланса времени пребывания на линии представлена в табл. 1.

Таблица 1

Режимы движения и их продолжительность в общем балансе времени, %	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы
Холостой ход	22	17	39
Ускорение	37	42	38
Постоянная скорость	12	16	9
Замедление	29	25	24

Анализ структуры режимов движения показал, что в общем балансе времени пребывания автомобиля на линии значительно представлены нетяговые режимы. Результаты исследований подтверждают необходимость уже сейчас совершенствовать на принципиально новой основе организацию дорожного движения и управления транспортными потоками в крупных городах нашей республики.

В таблице №2 показаны выбросы ряда вредных веществ карбюраторного и дизельного двигателей.

Таблица 2

Выбросы (% по объёму) веществ при работе дизельных и карбюраторных двигателей.

ВЕЩЕСТВО	ДВИГАТЕЛЬ	
	Карбюраторный	Дизельный
Оксид углерода	0,5-12,0	0,01-0,5
Оксид азота	0,005-0,8	0,002-0,5
Углеводороды	0,2-0,3	0,009-0,5
Бенз(а)пирен	до 20 мкг/м ³	до 10 мкг/м ³

Как видно из данных таблицы №2, выбросы основных загрязняющих веществ значительно ниже в дизельных двигателях. Поэтому принято считать их более экологически чистыми. Однако, дизельные двигатели отличаются повышенными выбросами сажи, образующейся вследствие перегрузки топлива. Сажа насыщена канцерогенными углеводородами и микроэлементами - их выбросы в атмосферу недопустимы.

В настоящее время в городе Бишкек зарегистрировано более 160 тыс. автотранспортных средств, без учета ежедневно заезжающих в город транспортных средств.

В городе улично-дорожная сеть перегружена большим количеством автомобильного транспорта, не на должном уровне организованы парковки и остановочные пункты, в большинстве случаев практически отсутствуют дорожные разметки на дорогах, не координировано работают светофорные объекты, недисциплинированность водителей. Все это приводит к образованию заторов, пробок и снижению скорости движения автотранспорта.

Преобладание нетяговых режимов движения в общем балансе времени работы автомобиля на линии (табл.1) неблагоприятно и с точки зрения токсичности отработавших газов.

Оптимальная организация транспортного процесса способствует тому, что уменьшается продолжительность работы автомобиля на режимах ускорения и замедления, а также работа двигателя на холостом ходу, т. е. на наиболее токсичных режимах двигателя.

Между концентрацией CO в атмосферном воздухе и интенсивностью движения автомобилей существует корреляционная связь. Повышение интенсивности движения с 600 до 1200 авт/ч увеличивает расход топлива до 3,5% и содержание CO с 2 мг/м³ до 5,85 мг/м³, т. е. практически в 3 раза.

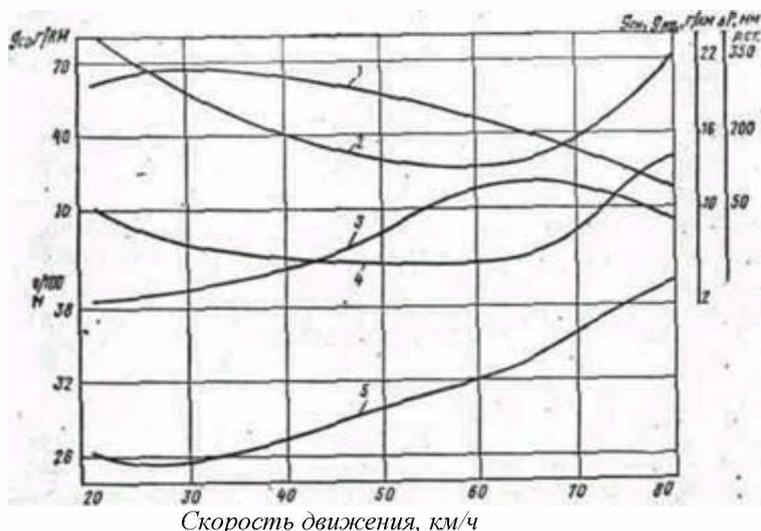


Рис. 1. Влияние установившейся скорости движения на выброс вредных веществ: 1—Р мм. рт. ст.; 2—gCO, г/км; 3—gOx, г/км; 4—gCH; 5—расход топлива, л/100 км.

Одним из эффективных путей улучшения качества атмосферного воздуха в городах является обеспечение равномерного движения автомобилей рис.1. В городских условиях эксплуатации, для которых характерны невысокие скорости движения, выброс CO в 1,46—2,2 раза и CH в 2,1—2,3 раза выше по сравнению со свободным движением.

Влияние средств регулирования дорожного движения на выброс вредных веществ легковым автомобилем среднего класса с карбюраторным двигателем показано в табл.3. Результаты, приведенные в ней, получены путем натурального моделирования объекта исследования.

Таблица 3

Режим движения	Выброс вредных веществ, г/км		
	CO	CH	NOx
Безостановочное движение автомобиля на перегоне			
Движение автомобиля при наличии средств регулирования	18,2	1,37	1,09
Движение автомобиля на перегоне при наличии одного перекрестка	19,6	1,5	1,07
Движение автомобиля при наличии двух перекрестков	21,5	1,36	1,06
	24,2	1,62	1,05

Максимальную концентрацию COв крупных городах вблизи транспортных магистралей в рабочие дни недели отмечают дважды — в утреннее и вечернее время, а в выходные и праздничные дни — только в вечернее время, что в достаточной степени согласуется с интенсивностью движения транспортных средств.

По данным исследований проведенных ИСА в 2013 году заторы на улично-дорожной сети города Бишкек будут увеличиваться, а средняя скорость движения автотранспорта снижуются табл. 4. Это приведет к увеличению вредных выбросов в атмосферу автомобильным транспортом табл. 5.

Таблица 4

Средняя скорость (км/ч)			
2011	2013	2018	2023
35,6	35,1	34,4	33,7

Таблица 5

2011 (тонн)	2013 (тонн)	2023 (тонн)
330 360	416 231	+85 871

Для снижения заторов на улично-дорожной сети необходимо проведения комплекса организационно-технических мероприятий по организации дорожного движения, которая позволила бы повысить пропускную способность в первую очередь перекрестков и парковочных мест, а также снизить вредное воздействие автотранспорта на окружающую среду.

Влияние автомобильного транспорта на загрязнение окружающей среды и негативное воздействие на население очень существенно, так как,

во-первых, основная деятельность автомобильного транспорта сосредоточена в местах с высокой плотностью населения – городах и промышленных центрах.

Во-вторых, автомобили выбрасывают вредные вещества в самые нижние, приземные слои атмосферы, туда, где протекает основная жизнедеятельность человека, и где условия для их рассеивания являются наименее благоприятными.

В-третьих, отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания автомобилей содержат высококонцентрированные токсичные компоненты, являющиеся основными загрязнителями атмосферы

До настоящего времени не существует единых международных стандартов на выброс вредных веществ автомобилями и на качество атмосферного воздуха. Принятые в различных странах санитарные нормы значительно отличаются друг от друга, что объясняется национальными, региональными и социально-экономическими условиями. Дальнейшее загрязнение воздушного бассейна городов становится опасным для здоровья людей и превратилось в одну из наиболее острых социальных проблем современности.

Потери от загрязнения воздуха – C₃ вредными веществами, поступающими в атмосферу с отработавшими газами от автомобилей в течение года на определенном участке магистрали, могут быть определены по формуле:

$$C_3 = 365 * L * N_{\text{пик}} * m * b_t * C_{j\text{кр}} / k_n \quad (2)$$

где

365 – количество дней в году;

L – длина магистрали, км;

N_{пик} – интенсивность движения автомобилей определенного типа в час пик,

m – коэффициент, учитывающий увеличение расхода топлива при движении с частыми остановками;

b_t – коэффициент, учитывающий влияние технического состояния АТС на выброс вредных веществ (при отсутствии данных можно принимать b_t=1);

C_{jкр} – ущерб при эксплуатации АТС j-го типа и использовании k-го вида топлива для территории p-го населенного пункта, сом/км;

k_n – коэффициент неравномерности движения.

Вывод:

Основными направлениями деятельности по повышению безопасности движения и снижению экологического воздействия от автотранспорта должны стать: разработка мероприятий, имеющих организационно-технические и экологические эффекты, при разработке городских программ и схем развития транспортных систем города, а также при разработке целевых городских программ.

Литература

1. Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. – М.: Транспорт, 1997 г.
2. Аксёнов И.Я., Аксёнов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1996
3. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология.- М.: Высшая школа, 2001 г.

4. Рыбальский, М.А. Малярова, В.В. Горбатовский, В.Ф. Рыбальская, Т.В. Красюкова, С.В.Левин. Экология и безопасность. Справочник, том 1, часть 2. - М: ВНИИПИ, 1992.
5. Рыбальский, М.А. Малярова, В.В. Горбатовский, В.Ф. Рыбальская, Т.В. Красюкова, С.В.Левин. Экология и безопасность. Справочник, том 2, часть 1. - М: ВНИИПИ, 1992.

УДК 656.11:656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДЕРЖЕК АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Атабеков К.К. Маткеримов Т.Ы.

Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, atabekov_k@mail.ru

INVESTIGATION OF DELAY OF VEHICLES ON THE ROAD NETWORK OF THE CITY

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakova, Bishkek, Kyrgyzstan, atabekov_k@mail.ru

В статье рассматриваются причины задержек автотранспортных средств на улично-дорожной сети города Бишкек

The article considers the reasons for the delay of vehicles on urban road network in Bishkek

В последние годы в Кыргызской республике наблюдается быстрый рост числа владельцев транспортных средств. Уровень автомобилизации города Бишкек на 2014 год достиг 210 автомобиля на 1000 жителей. Значительное увеличение объемов движения привело к частым транспортным заторам, и, как следствие, увеличению задержек автотранспортных средств на перекрестках и перегонах УДС.

Это в свою очередь ведет к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий и выбросу вредных веществ в атмосферу, что вызывает крайне неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что количество ДТП ежегодно увеличивается.

В настоящее время сложившейся в республике экономической ситуации затруднительно проведение реконструкции существующей улично-дорожной сети (УДС), требующее больших капитальных вложений. Следовательно, актуальной становится проблема рационального использования уже имеющейся улично-дорожной сети для движения автотранспортных средств на основе выбора оптимальной организации дорожного движения и внедрения организационно-технических и законодательных мероприятий.

На УДС можно выделить отдельные участки и зоны, где движение достигает максимальных размеров, в то время как на других участках оно в несколько раз меньше. Такая пространственная неравномерность отражает прежде всего неравномерность размещения грузо- и пассажирообразующих пунктов и мест их притяжения.

Неравномерность транспортных потоков во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важнейшее значение в проблеме организации движения на городской магистрали и на автомобильных дорогах, позволяющая выделить так называемые "часы пик", в которые возникают наиболее сложные задачи организации и регулирования движения.

Продолжительность наибольшей интенсивности движения может быть больше или меньше часа. Поэтому наиболее точным будет понятие пиковый период, под которым подразумевают время, в течение которого интенсивность, измеренная по малым отрезкам времени (например, по 15-минутным наблюдениям), превышает среднюю интенсивность периода наиболее оживленного движения. Периодом наиболее оживленного движения на большинстве городских и внегородских дорог обычно является 16-часовой отрезок времени в течение суток (примерно с 6 до 22 ч).

Наиболее нагруженными участками городских магистралей и улиц города Бишкек являются проспекты Мира, Чуй, Жибек-Жолу, улицы Байтик-Баатыра, Ахунбаева, Шабдан-Баатыра, Бульвар Молодая гвардия, Льва Толстого, Киевская, Московская, Боконбаева, Горького и т.д.

Для описания движения транспортного потока существуют две основные модели: динамическая и вероятностная. При решении вопросов, связанных с организацией движения, с расчетом пропускной способности участков въездов на автомобильные дороги и задержками на перекрестках применима вероятностная модель.

Важное значение имеет разработка методов оценки эффективности принятой схемы организации движения на перекрестке. Эти методы должны быть основаны на закономерностях движения транспортных потоков и охватывать весь диапазон интенсивностей и дорожных условий.



Рис. 1. Улично-дорожная сеть города Бишкек

Равномерность скорости движения каждого отдельного автомобиля и транспортного потока в целом сокращает внутренние помехи в нем, является важным условием безопасности движения.

В городах задача равномерности скорости движения в значительной степени решается путем координации светофорного регулирования и, в частности, внедрения АСУД. Оптимизация скорости в определенной степени обеспечивается при выравнивании состава потока на дороге или полосе движения.

В зависимости от сложившихся условий движения для повышения пропускной способности дороги необходимо как ограничение, так и повышение скорости, что вытекает из закономерности, описываемой основной диаграммой транспортного потока. Наибольшее значение пропускной способности дороги достигается при скоростях 50 – 55 км/ч.

Повышение скорости транспортного потока может быть также достигнуто увеличением ширины проезжей части и обочины до оптимальных размеров (на суженных участках), организацией одностороннего движения.

К преимуществам одностороннего движения следует также отнести:

- возможности более рационального использования полос проезжей части и осуществления принципа выравнивания состава потоков на каждой из них (специализация полос);
- резкое улучшение условий координации светофорного регулирования между пересечениями;
- облегчение условий перехода пешеходами проезжей части в результате четкого координированного регулирования и упрощения их ориентировки, так как нет встречного транспортного потока;
- повышение безопасности движения в темное время вследствие ликвидации ослепления водителей светом фар встречных транспортных средств.

Остановочные пункты общественного транспорта и организация парковочных мест оказывают существенное влияние на безопасность движения и на пропускную способность дороги.

При организации мест для размещения остановочных пунктов надо находить оптимальные решения при противоречивых требованиях удобства пассажиров, с одной стороны, и минимальных помех для транспортного потока, с другой. Эти противоречия особенно проявляются в зоне пересечения магистральных улиц, где необходимы остановочные пункты в связи с интенсивными потоками людей по каждой из магистралей, а также с пересадками их с одного маршрута на другой.

Основные условия, которые должны по возможности обеспечиваться при выборе места остановочного пункта:

- гарантия безопасности движения основного потока людей, пользующихся данным маршрутом транспорта;
- создание минимальных помех для преобладающих, направлений транспортных потоков;
- сокращение расстояния пешеходного подхода к основным объектам тяготения.

Выводы: В настоящее время на УДС города Бишкек увеличивается задержки автотранспортных средств за счет увеличения количества подвижного состава, населения, подвижности населения, неправильной организации парковочных и остановочных пунктов, несогласованной работы светофорных объектов, отсутствием дорожных разметок, слабой организацией разделения транспортных потоков во времени.

Литература

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник/В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др.; Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учеб.пособие/ В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, Ю. В. Трофименко и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – М.:Инфра, 1998.-408 с.

УДК 621.01.622.23

ТЕОРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ЗВЕНЬЕВ

Дворников Л.Т.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия
e-mail: tmmiok@yandex.ru

THE THEORY OF NATURAL GEOMETRIC CONSTRAINTS LINKS

Dvornikov L.T.

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia
e-mail: tmmiok@yandex.ru*В статье рассматривается теория естественных геометрических связей звеньев.**In article the theory of natural geometrical communications of links is considered*

В работе [1] автором настоящего доклада были подробно показаны основы теории геометрических связей звеньев любых механических систем. Эта теория строится на следующих научных положениях.

1. Все геометрические элементы соприкасающихся звеньев есть поверхности и эти поверхности целиком определяются их гауссовыми кривизнами $k=k_1 \cdot k_2$, как произведением главных кривизн (k_1 и k_2) в их точках.

2. Для соединения звеньев в механических системах используются лишь простые поверхности, т.е. такие, в которых гауссова кривизна остается постоянной по знаку.

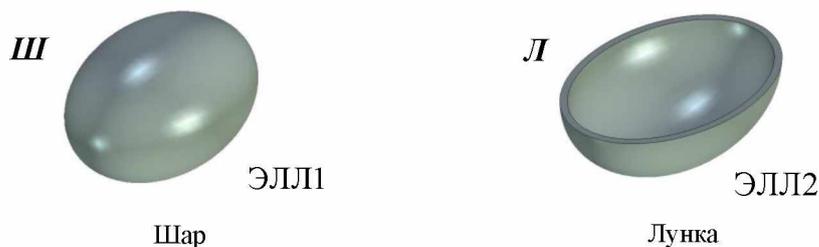
Простыми поверхностями являются (рисунок 1): две эллиптические ($k>0$) – двояковыпуклая $k_1>0, k_2>0$ – условно **Ш** – шар (ЭЛЛ1) и двояковогнутая $k_1<0, k_2<0$ – условно **Л** – лунка (ЭЛЛ2); две гиперболические ($k<0$) – вогнуто-выпуклая $k_1>0, k_2<0$ – **К** – корсет (ГИП1) и выпукло-вогнутая $k_1<0, k_2>0$ – **С** – седло (ГИП2) и три параболические ($k=0$) – линейчатая-выпуклая $k_1>0, k_2=0$ – **Ц** – цилиндр (ПАР1), линейчатая-вогнутая $k_1<0, k_2=0$ – **Ж** – жёлоб (ПАР2) и плоскостная $k_1=0, k_2=0$ – **П** – плоскость (ПАР3).

Используя все семь приведенных поверхностей, путем само- и взаимоналожения можно найти полное многообразие искусственных геометрических связей звеньев механических систем.

Если же обратиться к связям живой природы, в частности к скелету человека, то очевидным становится вывод о том, что не все из семи перечисленных поверхностей могут быть ею использованы, т.к. для природы неестественными являются понятия – «прямая линия», «цилиндрическая поверхность», «плоскость».

На этом основании из приведенных выше семи простых поверхностей могут быть приняты к рассмотрению лишь четыре – шар, лунка, корсет и седло. Чтобы различать простые поверхности «понятные» природе, т.е. естественные и природе «непонятные», т.е. искусственные, будем называть четыре первых поверхности высшими, а три оставшиеся – цилиндр, жёлоб и плоскость – низшими.

Все многообразие возможных геометрических связей, образованных четырьмя простыми поверхностями, могут быть найдены при решении задачи о их наложимости, включая самоналожимость. Наложимость поверхностей вполне корректно решается математически путем совместного решения уравнений, описывающих поверхности. Наложимыми являются поверхности, при совместном решении уравнений которых появляется единственное действительное решение.



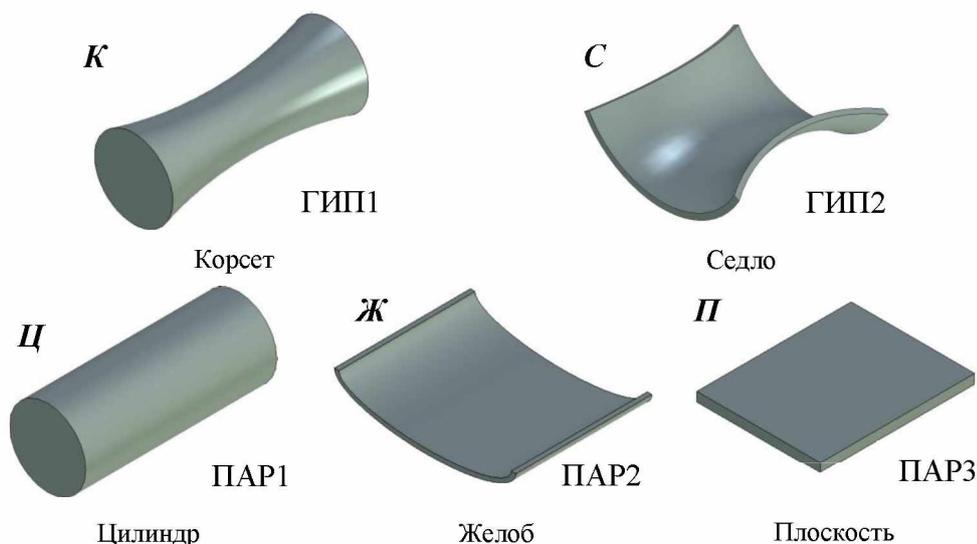


Рисунок 1 – Простые поверхности геометрических элементов звеньев

С этой точки зрения, наложимыми являются шесть ситуации – *ШШ*, *ШЛ*, *ШК*, *ШС*, *КК* и *КС*. Вполне очевидно, что неналожимыми являются поверхности *Л* и *Л*, *Л* и *К*, *Л* и *С*, *С* и *С*. Все наложимые связи приведены на рисунке 2. Их шесть.

Каждая из шести связей позволяет по пять относительных независимых движений в декартовой системе координат, т.е. движения *ВПВП*, что означает вращение *В* и поступательное смещение *П* вдоль осей координат *x, y, z*. Шестое движение по оси *z* невозможно, т.к. при таком движении разорвется сама связь. Показанное на рисунке 2 в скобках движение (*П*) означает, что такое относительное смещение в этих связях присутствует, но оно является зависимым от геометрии соприкасающихся тел.

В соответствии с числом независимых движений, а именно пяти движений, обозначим их как *ШШ5*, *ШЛ5*, *ШК5*, *ШС5*, *КК5* и *КС5*.

На поверхности, обозначенные как *Ш*, *Л*, *К* и *С*, можно накладывать «внутренние» условия, а именно шар может быть выполнен в виде бочки или эллипсоида, лунка может быть развернутой, а может быть конгруэнтной с устанавливаемыми в неё телами, корсет может выполняться в виде гиперboloида или другого тела, способного соприкасаться с другим телом по линии, может принимать требуемую форму и седло.

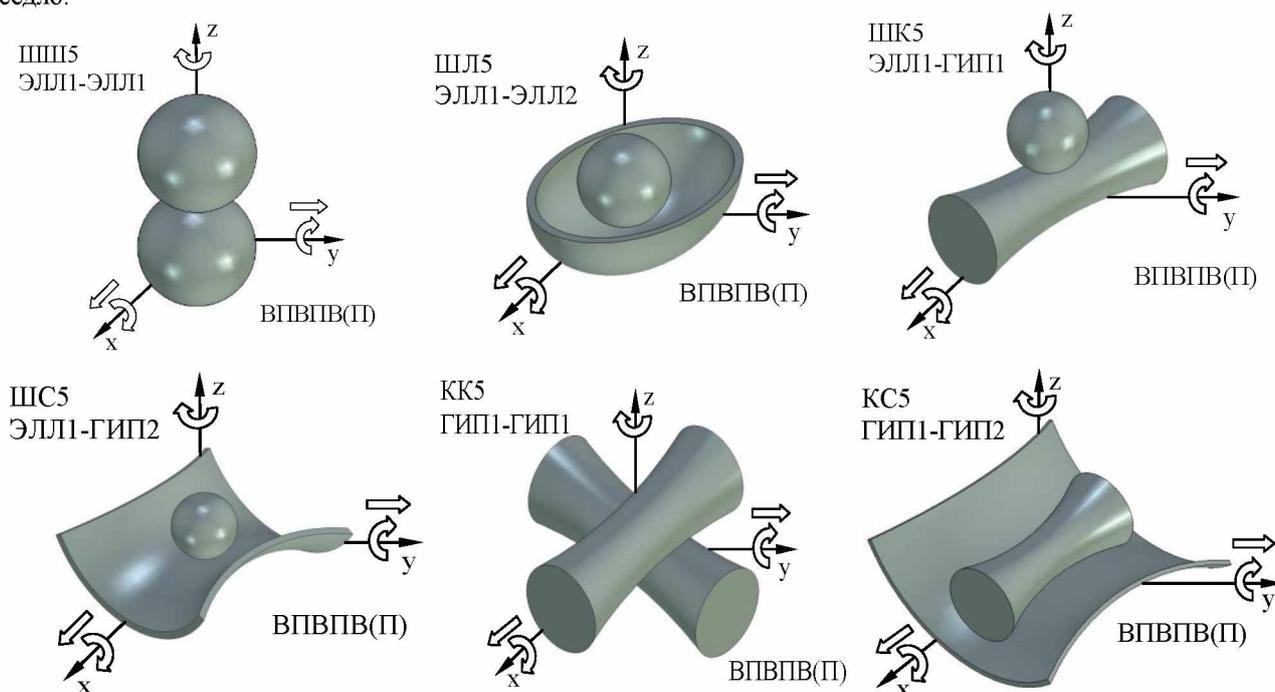


Рисунок 2 – Пятиподвижные связи при наложении высших простых поверхностей

На рисунке 3 приведены все возможные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения, обеспечивающие по четыре независимых относительных движения. Их всего три. Это ШЛ4, ШК4 и КК4.

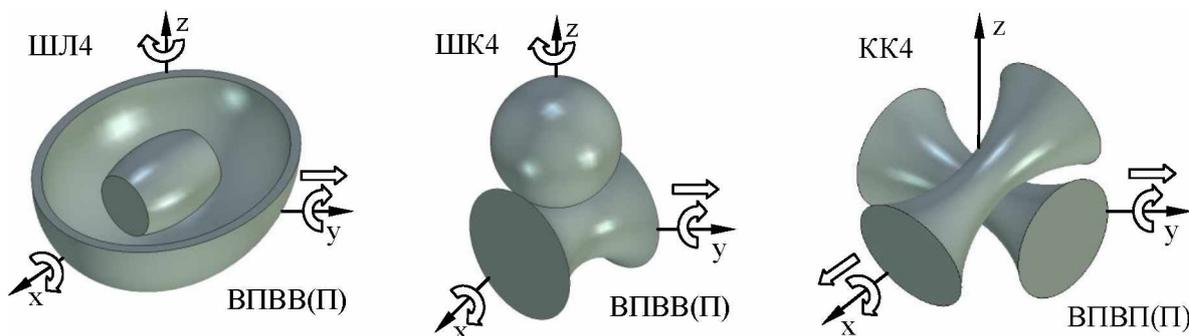


Рисунок 3 – Четырехподвижные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения

В первой из них в развернутую лунку устанавливается тело в виде круговой бочки [2], что накладывает условие невозможности сдвигания бочки вдоль оси x , во втором – шар и корсет выполняются такими, что их соприкосновение происходит по линии – по дуге шара, что устраняет возможность относительного движения шара по оси x , в третьей – корсет выбран таким по форме, что относительный поворот поверхностей вокруг оси z становится невозможным. Если такой поворот произвести, то корсеты станут соприкасаться в двух точках и это уже будет иная связь.

На рисунке 4 показаны все возможные трехподвижные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения. Таких связей всего две – это ШЛ3 и ШК3.

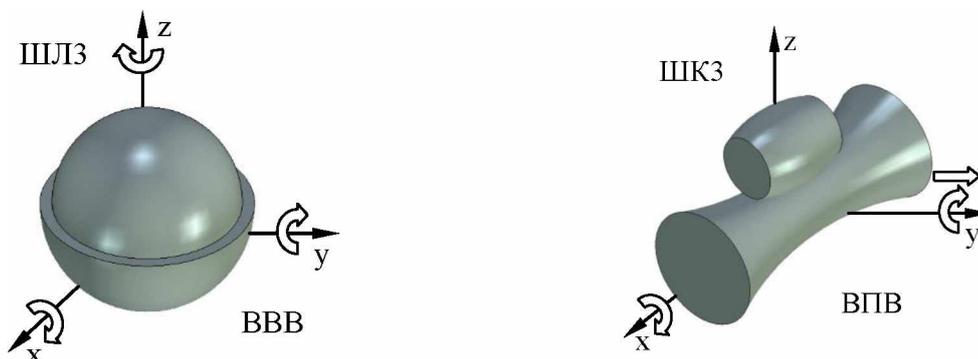


Рисунок 4 – Трехподвижные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения.

В первой из них шар выполнен сферическим и помещен в конгруэнтную ему лунку. При этом поступательные относительные смещения исключаются, а остаются возможными три независимых вращения относительно трех осей координат. Во второй – на круговой корсет (образующая его – дуга окружности) устанавливается круговая бочка при этом остаются возможными относительные движения бочки вокруг осей x и y и поступательное смещение по оси y .

На рисунке 5 приведены три двухподвижные связи с особым образом выполненными высшими поверхностями. В первой из них (ШЛ2) в параболическую лунку устанавливается параболическая бочка. Возможными относительными движениями в этом случае остаются лишь два – это вращения бочки относительно осей x и z . Во второй (ШК2) – на корсет с образующей эллипсной кривой, устанавливается двухосный эллипсоид и так, что возможными остаются лишь два относительных вращения вокруг осей x и z .

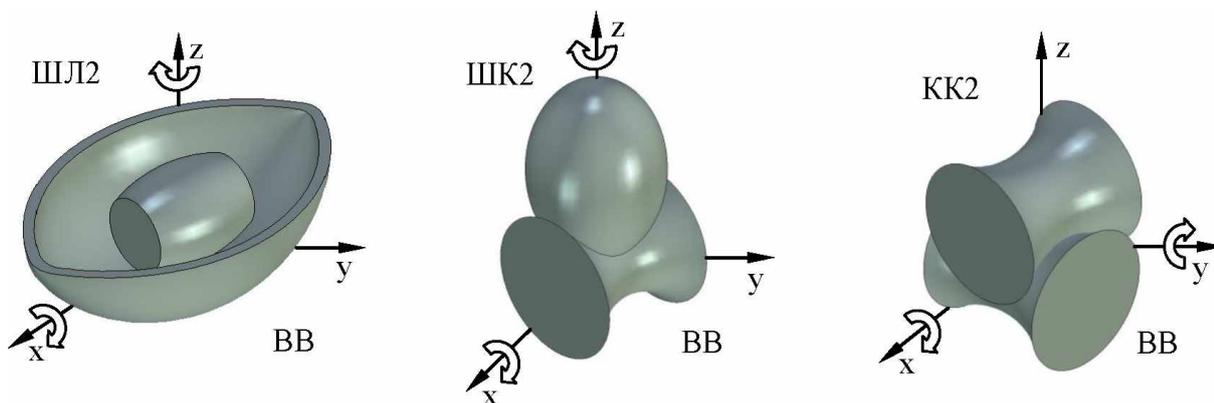


Рисунок 5 – Двухподвижные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения

В третьей связи (*КК2*) используются два корсета с образующими в виде дуг окружности одинакового радиуса. В этом случае, возможными остаются два независимых вращения относительно осей *x* и *y*.

Наконец, на рисунке 6 показаны одноподвижные связи высших поверхностей, выполненных особым образом. Их также три. Они позволяют относительно вращение тел вокруг оси *z*, вокруг оси *y* и вокруг оси *x*. В первой связи (*ШЛ1*) двухосный эллипсоид помещается в конгруэнтную лунку, такой эллипсоид не может поворачиваться относительно осей *x* и *y*.

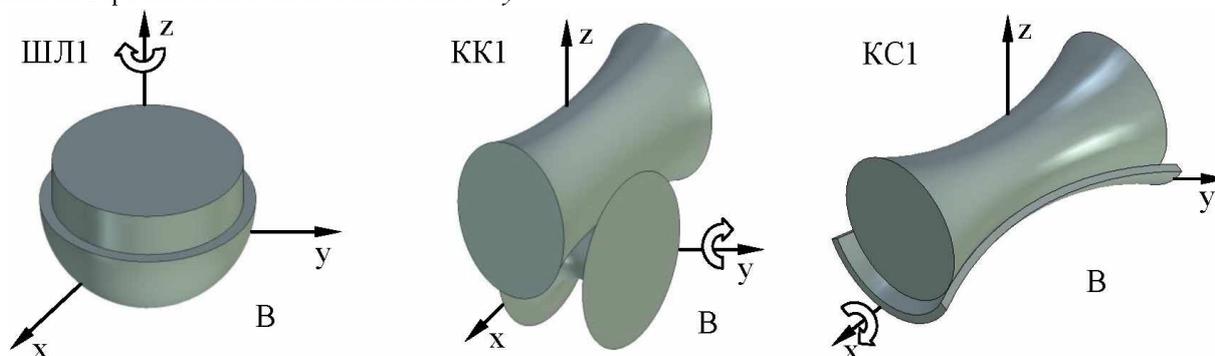


Рисунок 6 – Одноподвижные связи высших поверхностей с особыми условиями их выполнения

Во второй связи (*КК1*) соприкасаются два корсета, один из которых выполнен эллиптическим в сечениях. Единственным возможным относительным движением этих корсетов остается вращательное вокруг оси *y*. В третьей связи (*КС1*) корсет устанавливается в конгруэнтное ему седло, что оставляет возможным одно относительное движение – вращение вокруг оси *x*.

Таким образом, с использованием четырех высших поверхностей – *Ш*, *Л*, *К* и *С* можно создать отличающихся друг от друга по числу и виду относительных движений шесть пятиподвижных, три четырехподвижных, две трехподвижных, три двухподвижных и три одноподвижных, т.е. всего 17 связей.

Все рассмотренные одноконтактные связи могут быть использованы для образования неодоноконтактных связей – кинематических пар. Так, двухконтактные кинематические пары из пятиподвижных связей (рисунок 2) могут быть созданы в соответствии с формулой

$$kпII = kпI + kпI.$$

Таких пар всего 21.

Трехконтактные связи могут быть созданы в соответствии с формулами

$$kпIII = kпI + kпI + kпI \text{ и}$$

$$kпIII = kпII + kпI \text{ и т.д.}$$

Описанный подход позволяет найти все возможные высшие кинематические пары.

Литература

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. – Новокузнецк: Изд-во СибГГМА, 1994. – 102 с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / 13-е изд. испр. – М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

УДК.: 621.951.45.

АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОЙ СТОЙКОСТИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

ANALYSIS OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE MAXIMUM FIRMNESS OF SPIRAL DRILLS

Рагрин Н.А. КГТУ им. И.Раззакова

Рассмотрены зависимости от скорости резания сил и моментов резания, высоты нароста, интенсивностей изнашивания ленточек и уголков сверл и проведен анализ совместимости их максимумов и минимумов

Dependences on the speed of cutting of forces and the moments of cutting, height of an outgrowth, intensity of wear of ribbons and corners of drills are considered and the analysis of compatibility of their maxima and minima is carried out

На промышленных предприятиях спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8 % от общего количества используемого инструмента. В общем объеме производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%). Скорости резания максимума стойкости спиральных сверл широко применяются в автоматизированном массовом производстве [1], поэтому задача определения физических характеристик максимальной стойкости спиральных сверл достаточно актуальна.

В работе [2] приведены результаты лабораторных исследований с быстрорежущими спиральными сверлами диаметром 10,2 мм, которые позволили получить стойкостную зависимость, представленную на рис.1, кривая 1. Такая зависимость, при обработке углеродистых конструкционных сталей быстрорежущими спиральными сверлами получена впервые. Общепринято при проведении экспериментальных исследований использовать критерий равного износа [3]. Как видно на рис.1 кривая 2 использование общепринятой методики стойкостных испытаний с применением критерия равного износа значительно искажает картину влияния скорости резания на стойкость спиральных сверл в диапазоне скоростей резания максимума стойкостной зависимости. Однако, проведение испытаний сверл до функционального отказа связано с большой трудоемкостью и материалоемкостью, стойкость сверл до функционального отказа в области максимума стойкостной зависимости достигает 18 час.

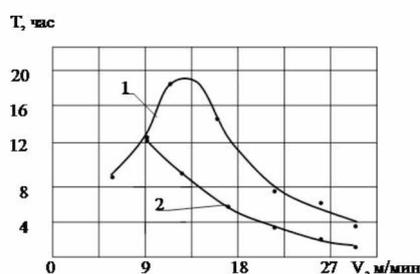


Рис. 1. Стойкостные зависимости, где 1 – стойкость до функционального отказа, 2 – стойкость с использованием критерия равного износа

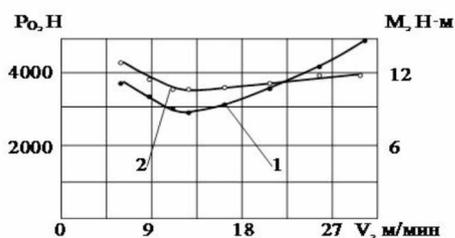


Рис.2. Зависимость осевой силы P_0 (1) и момента резания M (2) от скорости резания при сверлении сверлами с наличием износа

В работе [4] приведены зависимости осевой силы и момента резания от скорости резания при работе сверл с наличием износа (рис.2). Зависимости имеют экстремальный характер с точкой минимума, совпадающей с точкой максимума стойкостной зависимости (рис.3). На основании результатов этих исследований получено авторское свидетельство [5].

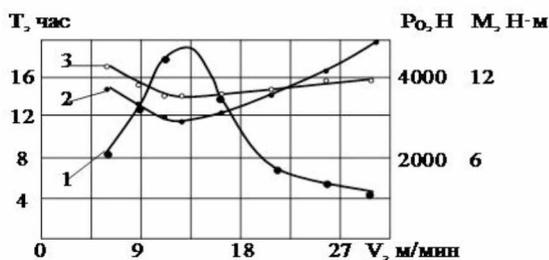


Рис.3. Зависимости от скорости резания: стойкости спиральных сверл T (1), осевой силы P_0 (2) и момента резания M (3)

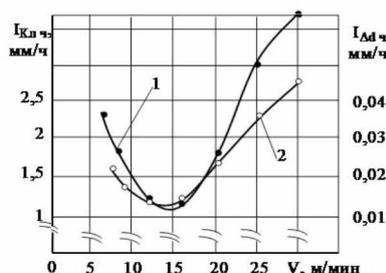


Рис.4. Зависимость интенсивности изнашивания ленточек $I_{Куч}$ (1) и уголков $I_{Дуч}$ (2) от скорости резания

В работе [6] показано, что зависимости интенсивностей изнашивания ленточек и уголков сверл от скорости резания также имеют экстремальный характер с точкой минимума (рис.4). На рис.5 видно, что точка минимума на зависимостях интенсивностей изнашивания ленточек и уголков сверл по оси абсцисс совпадает с точкой максимальной стойкостной зависимости.

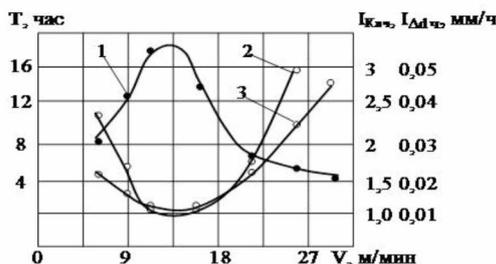


Рис.5. Зависимости от скорости резания: стойкости спиральных сверл T (1), интенсивностей изнашивания ленточек $I_{Куч}$ (2) и уголков $I_{Дуч}$ (3)

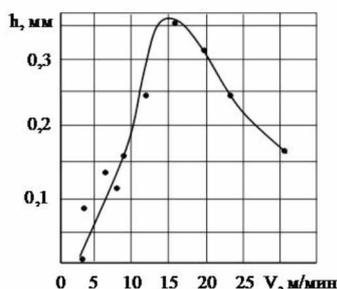


Рис.6. Зависимость высоты нароста на уголках сверла от скорости резания

В работе [7] приведены результаты исследований наростообразования на уголке сверла (рис.6), показано, что скорость резания, соответствующая максимальной высоте нароста при обработке спиральными сверлами совпадает со скоростью резания максимума стойкостной зависимости.

На рис.7. показано, что абсциссы точек максимума и минимума на графиках зависимостей от скорости резания высоты нароста и интенсивностей изнашивания ленточек и уголков сверл совпадают.

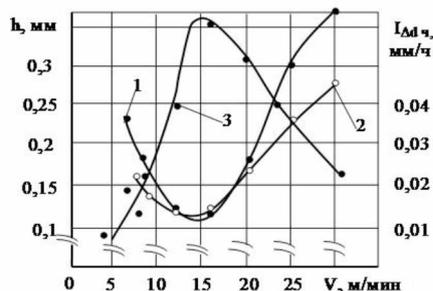


Рис.7. Зависимости от скорости резания: интенсивностей изнашивания ленточек $I_{Клч}$ (1) и углов $I_{Длч}$ (2), высоты нароста h (3)

Выводы

1. Максимум стойкости спиральных сверл характеризуют: минимальные силы и моменты резания при наличии износа сверл; максимальная величина нароста на лезвиях сверл; минимальная интенсивность износа ленточек.

2. Скорости резания максимума стойкости сверл можно определить посредством построения функциональных зависимостей от скорости резания: осевой силы и момента резания при сверлении сверлами с наличием износа; величины нароста на углах сверл; интенсивности износа ленточек и углов.

Литература

1. Древаль А.Е. Рагрин Н.А. Самсонов В.А. Формирование отказов спиральных сверл в условиях автоматизированного производства. Электронное научно-техническое издание// МГТУ им. Баумана. – Москва. №10. 2011.
2. Рагрин Н.А. Определение работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. - 2012. - №3. - С. 31-33.
3. Методика экспериментальных исследований по определению исходных данных для разработки общемашиностроительных нормативов режимов резания по основным видам обработки. - М.: НИИМАШ, 1982. - 159 с.
4. Рагрин Н.А. Влияние скорости резания и износа рабочих элементов быстрорежущих спиральных сверл на динамические характеристики процесса сверления. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек. 14/2008. – С. 51-53.
5. А.с. 1194582 СССР, МКИЗ В23В01/00. Способ определения оптимальной скорости резания соответствующей максимальной стойкости режущего инструмента. / В.Н. Подураев, А.Е. Древаль, Н.А. Рагрин // Б.И. – 1985. - №44.
6. Рагрин Н.А. Физическая модель стойкостной зависимости. // Технология Машиностроения. – 2012. № 11. - С. 11 – 17.
7. Рагрин Н.А., Айнабекова А.А., Нарыжный С.В. Влияние скорости резания на наличие и высоту нароста при сверлении быстрорежущими спиральными сверлами//Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 29/2013.-С.168-160.

УДК.: 537.312.67: 621.9.01:62-757.75

ОБОСНОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО НАРОСТА

JUSTIFICATION OF TEMPERATURE OF CUTTING OF THE MAXIMUM OUTGROWTH

Рагрин Н.А., Самсонов В.А. КГТУ им. И.Раззакова

Определены закономерности температурного фактора в процессе наростообразования

Regularities of a temperature factor in the course of formation of an outgrowth are defined

На промышленных предприятиях спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8 % от общего количества используемого инструмента. В общем объеме производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%). Поэтому задача обеспечения максимальной стойкости спиральных сверл является актуальной.

В работе [1] отмечено, что максимальная стойкость спиральных сверл характеризуется максимальной высотой нароста на режущих лезвиях, который, исполняя роль режущего клина, защищает лезвия от

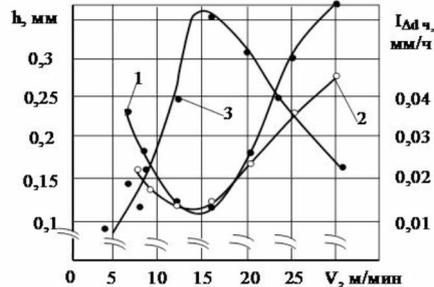


Рис.7. Зависимости от скорости резания: интенсивностей изнашивания ленточек $I_{лч}$ (1) и углов $I_{дч}$ (2), высоты нароста h (3)

Выводы

1. Максимум стойкости спиральных сверл характеризуют: минимальные силы и моменты резания при наличии износа сверл; максимальная величина нароста на лезвиях сверл; минимальная интенсивность износа ленточек.

2. Скорости резания максимума стойкости сверл можно определить посредством построения функциональных зависимостей от скорости резания: осевой силы и момента резания при сверлении сверлами с наличием износа; величины нароста на уголках сверл; интенсивности износа ленточек и уголков.

Литература

1. Древаль А.Е. Рагрин Н.А. Самсонов В.А. Формирование отказов спиральных сверл в условиях автоматизированного производства. Электронное научно-техническое издание// МГТУ им. Баумана. – Москва. №10. 2011.
2. Рагрин Н.А. Определение работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. - 2012. - №3. - С. 31-33.
3. Методика экспериментальных исследований по определению исходных данных для разработки общемашиностроительных нормативов режимов резания по основным видам обработки. - М.: НИИМАШ, 1982. - 159 с.
4. Рагрин Н.А. Влияние скорости резания и износа рабочих элементов быстрорежущих спиральных сверл на динамические характеристики процесса сверления. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек.14/2008. – С. 51-53.
5. А.с. 1194582 СССР, МКИЗ В23В01/00. Способ определения оптимальной скорости резания соответствующей максимальной стойкости режущего инструмента. / В.Н. Подураев, А.Е. Древаль, Н.А. Рагрин // Б.И. – 1985. - №44.
6. Рагрин Н.А. Физическая модель стойкостной зависимости. // Технология Машиностроения. – 2012. № 11. - С. 11 – 17.
7. Рагрин Н.А., Айнабекова А.А., Нарыжный С.В. Влияние скорости резания на наличие и высоту нароста при сверлении быстрорежущими спиральными сверлами//Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 29/2013.-С.168-160.