



УДК 656.13.05

**К.М. Бимуханова, А.А. Макенов**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАРШРУТНОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ  
ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ГОРОДАХ**

Основным управляющим звеном в системе дорожного движения являются водители транспортных средств (ТС), которые конкретно определяют направление и скорость их движения в каждый момент времени. В современных условиях схемы организации движения доводятся до водителей ТС с помощью таких технических средств, как дорожные знаки, дорожная разметка, светофоры, табло и направляющие устройства. Они по существу являются средствами информации, которые можно разделить на три группы: дорожная информация, внедорожная информация и информация, обеспечиваемая на рабочем месте водителя ТС (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Классификация средств информации в дорожном движении

Особое место среди них занимают получившие развитие в ряде стран навигационные системы, которые используют бортовые ЭВМ и спутниковую связь. Бортовые навигационные системы позволяют водителю ТС, ориентируясь по изображению на дисплее, осуществить движение к намеченному пункту по кратчайшему пути или с наименьшими затратами времени [1, 2].

Чем более полно и четко налажена система информации водителей ТС об условиях и рекомендуемых режимах движения, тем более точными и безошибочными являются их управляющие действия, а следовательно, тем выше уровень безопасности и эффективности дорожного движения [1, 3].

Одной из наиболее трудных задач для водителей ТС в незнакомой обстановке является выбор нужного направления движения. В современном городе эта задача еще более усложняется. Поэтому водитель ТС, который незнаком с маршрутом движения, должен заранее учесть потери времени, вызванные трудностью ориентирования.

Решение задач маршрутного ориентирования водителей ТС на улично-дорожной сети (УДС) является в большинстве случаев нестандартным, так как зависит от многих специфических факторов, присущих данному городу: структуры УДС, ее плотности, расположения важнейших объектов и т.д. Разработка системы маршрутного ориентирования (СМО) включает в себя следующие основные этапы [1]:

1. Формирование списка наиболее важных объектов, которые являются центрами притяжения транспортных потоков.

2. Анализ наиболее вероятных, в том числе альтернативных, маршрутов следования к каждому из объектов.

3. Выявление мест, где необходима установка информационно - указательных дорожных знаков.

4. Разработка рациональной компоновки знаков индивидуального проектирования, которые должны быть установлены во всех принятых точках расположения информации.

В данной работе нами рассматриваются вопросы совершенствования СМО водителей ТС на примере УДС города Усть-Каменогорска. На первом этапе для решения этой задачи предлагается использование стационарных информационно-указательных дорожных знаков.

На УДС города Усть-Каменогорска преобладают необорудованные пересечения в одном уровне. При этом движение ТС на отдельных городских магистральных улицах отличается большой интенсивностью. Изучение существующей организации движения на УДС показало, что разделение территории города реками и железнодорожными путями, малое количество мостов и отсутствие на многих улицах и дорогах необходимых дорожных знаков создают условия пропуска значительной части грузовых транспортных потоков внутригородского и транзитного значения через основной жилой массив, что в свою очередь создает определенные трудности.

Движение транзитного транспорта осуществляется по следующим улицам города: набережная Иртыша им. Славского Е.П., Новаторов, Мызы, объездная дорога, проспект Абая, Бажова, Тракторная, объездная Защита – Гавань, Грейдерная, проспект Независимости и др.

Существующая система маршрутного ориентирования водителей ТС в городе Усть-Каменогорске основана на преимущественном использовании дорожных знаков 5.20 «Предварительный указатель направления движения» и 5.21 «Указатели направлений».

Знаки 5.29 «Номер маршрута» в городе не применяются. Знаки с надписями 5.20 и 5.21 дают более развернутую информацию по сравнению со знаками 5.29, однако их габаритные размеры существенно больше [4].

В этих целях нами предлагается применение информационно-указательных знаков 5.29 совместно со знаками 5.20.1 и 5.20.2 для обеспечения необходимой информацией водителей ТС (табл.1) [4, 5].

Таблица 1

Сводная ведомость информационно-указательных знаков

Наименование знака	Количество знаков, шт.	
	существующие	предлагаемые
5.21.2 «Указатели направлений»	32	36
5.20.2 «Предварительный указатель направления движения»	22	30
5.29.2 «Номер маршрута»	43	64
Всего	97	130

С целью оптимального распределения транспортного потока на УДС города нами были рассмотрены варианты проезда ТС: для легковых автомобилей, маршрутных пассажирских транспортных средств и грузовых автомобилей (рис.2).

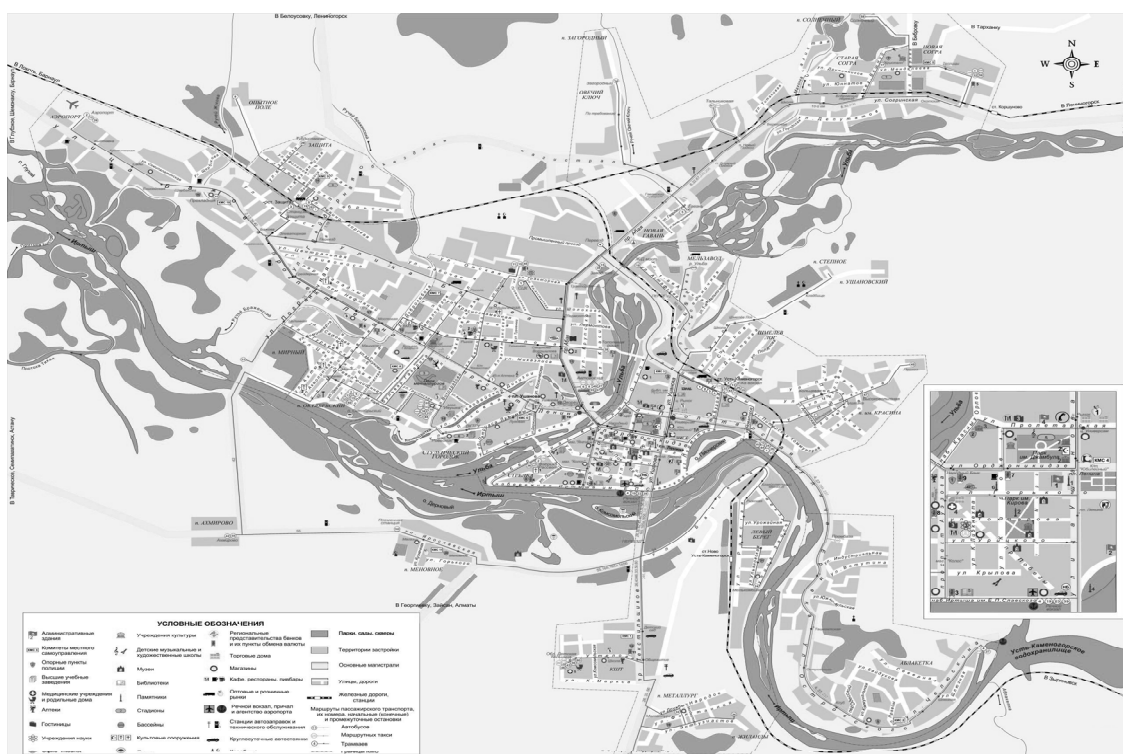


Рисунок 2 – Схема маршрутов проезда легковых и грузовых автомобилей

В первом варианте движение осуществляется по двум существующим мостам: грузовой транзитный транспорт, доезжая до пересечения моста через реку Иртыш, может выехать далее на Самарское, Шемонаихинское, Риддерское направление и в сторону города Зырянска.

Во втором варианте осуществляется пропуск только грузового транспорта по новому мосту через реку Иртыш. Легковым ТС разрешается движение в сторону моста во всех направлениях.

Предлагаемые маршрутные схемы следует расположить при въезде в город (рис. 3). На них указывается схема маршрутов, которые проходят по территории города с присвоенными им номерами и с дальнейшим выездом за пределы города. Маршрутные схемы рекомендуется располагать на специальных площадках на подходах к городу, которые должны оборудованы в виде площадок для отдыха. Схему следует установить относительно стоянки таким образом, чтобы в ненастную погоду водитель ТС мог ознакомиться с её содержанием, не выходя из него.

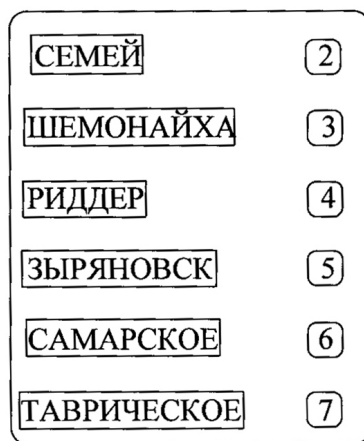


Рисунок 3 – Эскиз информационного знака 5.20.2, устанавливаемого с направления города Алматы

При расчете экономической эффективности нами учтены результаты экспериментальных исследований по оценке средств маршрутного ориентирования, проведенные в ряде городов РФ. Эти данные показали, что в результате совершенствования средств маршрутного ориентирования отмечается следующее [2]:

- значительное снижение пробега на 17-25 %;
- снижение времени проезда по маршрутам на 41-47 %;
- снижение удельного расхода топлива на 8-17 %;
- увеличение скорости сообщения на 36-58 %.

Исходя из вышеизложенного, был проведен расчет экономической эффективности внедрения СМО на УДС города Усть-Каменогорска (табл. 2).

На втором этапе нами совместно с использованием информационно-указательных знаков индивидуального проектирования предлагается внедрение автомобильных навигаторов для безошибочного ориентирования водителей ТС на городских маршрутах. Спутниковые системы радиоместоопределения являются сравнительно новой, быстро

развивающейся разновидностью навигации или отслеживания перемещения подвижных объектов. Существуют разные виды автомобильных навигаторов в зависимости от функций, которые соответственно имеют разную стоимость (75000 ... 85000 тг.) [6]. Они позволяют управлять ТС с наименьшими затратами времени и обеспечивают прибытие к намеченному пункту по кратчайшему пути следования, ориентируясь по изображению на дисплее.

Таблица 2  
*Результаты расчета экономической эффективности внедрения СМО*

Наименование показателя	Численное значение
Текущие затраты, тенге	354 229,75
Приведенные затраты, тенге	1 535 191,3
Потери от ДТП, тенге	105 438 160
Годовой экономический эффект, тенге	1 535 191,3
Коэффициент эффективности	0,19
Срок окупаемости, год	5,34

Оснащение автотранспортных средств навигационными системами позволит обеспечить сокращение эксплуатационных расходов, снизить задержки движения, сократить число ДТП и конфликтных ситуаций на дорогах и улицах, улучшить ориентирование водителей ТС на УДС города Усть-Каменогорска.

Список литературы

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
2. Кочерга В.Г. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении: Учеб. пособие / В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, В.И. Коноплянко. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2001. – 108 с.
3. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: Учеб. для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
4. СТ РК 1412 – 2005 Технические средства организации дорожного движения: Правила применения. – Астана, 2006. – 110 с.
5. СТ РК 1125-2002 Знаки дорожные: Общие технические условия. – Астана, 2002. – 120 с.
6. [http:// www. glonass - center. ru.](http://www.glonass-center.ru)

Получено 20.07.09

УДК 656.053.2

**М.Р. Лукпанов, А.А. Макенов**  
ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
НА УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Быстрый рост парка автотранспортных средств приводит к усложнению условий движения на автомобильных дорогах общего пользования.

В настоящее время автомобильные дороги общего пользования Восточно-Казахстанской области по своим параметрам в основном относятся к III и IV категориям. Доля их составляет более 85 % от всей протяженности сети дорог области (табл. 1).

Особенности движения и обеспечения его безопасности в специфичных для территории ВКО условиях обуславливает необходимость повышенного внимания к дорогам III и IV категорий, всестороннего изучения их состояния и особенностей режима и безопасности движения на них.

Проблеме обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах общего пользования уделяется большое внимание во всех странах в связи со значительными жертвами и материальными потерями при ДТП [1, 2].

Анализ ДТП на автомобильных дорогах общего пользования ВКО свидетельствует, что в течение ряда последних лет наблюдается рост аварийности (рис. 1).

Таблица 1

*Перечень автомобильных дорог общего пользования  
республиканского значения ВКО*

Наименование автомобильной дороги	Протяженность, км				
	общая	в т. ч. по техническим категориям			
		I	II	III	IV
Р-25 «Усть-Каменогорск – Зыряновск – Катон-Карагай – Рахмановские ключи»	446	0	42	155	249
А-9 «Усть-Каменогорск – Риддер – граница Российской Федерации»	167	0	10	105	52
А-10 «Усть-Каменогорск – Шемонайха – граница РФ»	120	0	0	110	10
Р-24 «Усть-Каменогорск – Семей»	195	0	0	94	101
М-38 «Омск – Майкапчагай»	709	10	178	521	0
А-3 «Алматы – Усть-Каменогорск»	450	0	85	328	37
Р-23 «Семей – Кайнар»	276	0	0	276	0
А-8 «Таскескен – Бахты»	187	0	22	165	0
А-20 «Караганда-Аягоз-Тарбагатай – Бугаз»	618	0	0	414	204
Семей – граница Российской Федерации	111	0	18	93	0
Р-26 «Омск-Майкапчагай» – Калжыр	124	0	0	0	124
Итого:	3403	10	355	2261	777

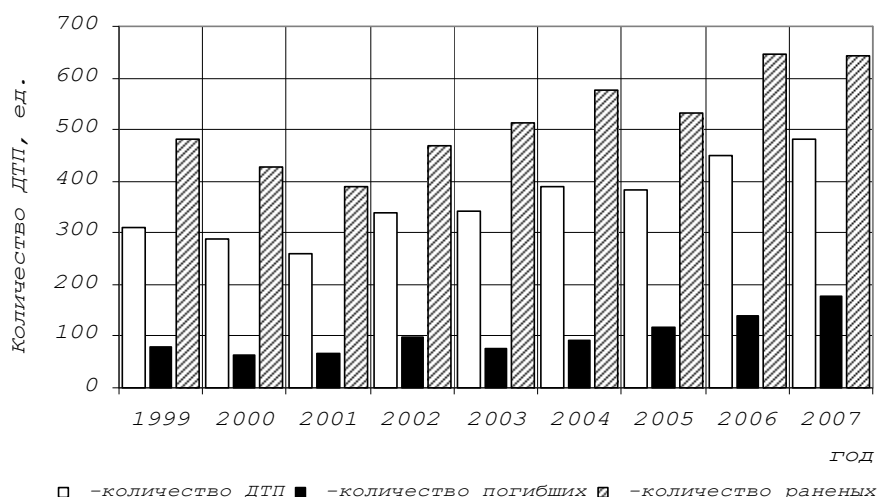


Рисунок 1 – Динамика ДТП на автомобильных дорогах общего пользования ВКО

Анализ статистических данных ДТП УДП ДВД ВКО показал, что значительное количество ДТП на автомобильных дорогах общего пользования происходит из-за превышения допустимой скорости движения водителями транспортных средств (ТС) – 44 % от общего числа ДТП (табл. 2). Поэтому нами в дальнейшем проводился анализ ДТП по причине превышения скорости движения ТС (табл. 3).

Основными видами ДТП из-за несоблюдения скоростного режима движения являются: опрокидывание ТС (76 %), столкновение ТС (7,3 %) и наезд на пешехода (6,7 %).

Таблица 2

Распределение ДТП по причинам на дорогах общего пользования

Причина ДТП	Количество ДТП, ед.										в среднем
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Превышение скорости	103	93	83	133	103	154	193	225	283	204	157
Выезд на встречную полосу дороги	42	49	37	55	58	57	48	43	49	44	49
Несоблюдение очередности проезда перекрестка	2	4	5	3	5	7	2	4	6	5	5
Нарушение правил маневрирования	9	13	14	16	16	15	13	6	15	10	11
Управление ТС в состоянии алкогольного опьянения	47	51	49	58	62	56	54	56	55	52	55

Неподчинение сигналам регулирования	2	2	3	2	1	5	2	2	4	1	3
Несоблюдение дистанции	5	4	2	7	7	5	1	3	5	3	4
Иные нарушения ПДД	54	67	48	68	71	88	45	37	58	59	60

Основными причинами несоблюдения скоростного режима и возникновения ДТП являются:

- управление ТС в состоянии алкогольного опьянения;
- неудовлетворительные дорожные и погодно-климатические условия;
- неудовлетворительное техническое состояние ТС.

В большинстве случаев ДТП происходят на автомобильных дорогах общего пользования республиканского значения. Наиболее аварийными автомобильными дорогами области являются следующие: Усть-Каменогорск – Риддер, Усть-Каменогорск – Семей, Усть-Каменогорск – Шемонаиха, Усть-Каменогорск – Зыряновск (табл. 4).

Таблица 3

*Распределение ДТП по видам из-за превышения скорости движения на автомобильных дорогах общего пользования ВКО*

Вид ДТП	Количество ДТП, ед.										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	в среднем
Столкновение ТС	8	9	7	8	8	16	13	12	21	12	11,5
Опрокидывание ТС	77	68	67	107	79	112	150	165	216	152	119
Наезд на пешехода	7	3	1	5	5	14	12	18	25	14	10,5
Наезд на препятствие	3	8	3	4	6	6	4	13	7	7	6,2
Наезд на стоящее ТС	5	2	1	4	3	2	4	8	3	7	4
Наезд на велосипедиста		2		3	1	2	3	2	2	3	1,9
Прочие ДТП	1	1	3	1		1	5	1	4	4	2,1

Статистический анализ ДТП из-за превышения скорости движения на дорогах общего пользования ВКО показывает, что наибольшее количество ДТП приходится на автомобильную дорогу Усть-Каменогорск – Зыряновск.

Таблица 4

*Распределение ДТП из-за превышения скорости движения*

*на автомобильных дорогах общего пользования ВКО*

Наименование дороги	Количество ДТП, ед.										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	в сред- нем
Усть-Каменогорск – Риддер	5	4	7	3	19	25	17	18	15	12	12,5
Усть-Каменогорск – Семей	15	18	11	11	21	23	17	19	32	28	19,5
Усть-Каменогорск – Шемонаиха	7	6	8	7	13	17	15	31	21	24	14,9
Усть-Каменогорск – Зыряновск	10	10	12	16	23	26	33	37	47	33	24,7

В настоящее время автомобильная дорога имеет одну полосу для движения в каждом направлении. Ширина проезжей части составляет восемь метров. Разделительная полоса на дороге отсутствует. Анализ имеющихся данных показывает, что преобладающим видом ТС являются легковые автомобили, доля которых в транспортном потоке составляет 87 %. Интенсивность движения ТС составляет около 1000 авт./сут.

Таблица 5

*Протокол обработки данных наблюдений мгновенных скоростей движения*

Участок дороги	Значение мгновенной скорости движения, км/ч			
	15 %	50 %	85 %	95 %
45 км	<u>44</u>	<u>58</u>	<u>80</u>	<u>87</u>
	42	63	75	83
95 км	<u>24</u>	<u>30</u>	<u>42</u>	<u>46</u>
	38	51	69	73

Примечание. В числителе – направление Усть-Каменогорск - Зыряновск; в знаменателе – направление Зыряновск - Усть-Каменогорск

Анализ ДТП за 1999-2008 гг. показал, что наиболее неблагоприятными участками автомобильной дороги с высокой концентрацией ДТП являются следующие участки: 35-45 км, 50-60 км, 90-100 км. Ежегодно на этих участках совершается не менее 4 отчетных ДТП.

Первый участок автомобильной дороги проходит по горной местности с продольным уклоном 50 % и радиусом кривой в плане  $R=300$ м. Третий участок автомобильной дороги проходит по равнинной местности с продольным уклоном 20 % и радиусом кривой в плане  $R = 150$ м.

На указанных участках автомобильной дороги нами выполнены исследования мгновенных скоростей движения ТС в прямом и обратном направлениях. При натурных наблюдениях фиксировалось время прохождения ТС базового расстояния, которое нами

выбрано равным 50 м. Для того чтобы с достаточной достоверностью изучить мгновенную скорость движения, необходимо провести 200 измерений [3, 4].

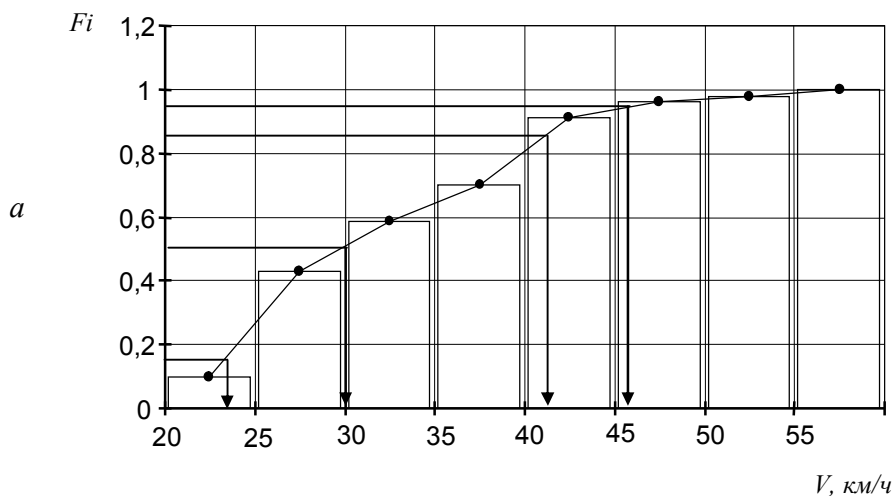
По результатам статистической обработки полученных данных нами построены кумулятивные кривые распределения мгновенных скоростей (рис. 2).

На основании полученных кумулятивных кривых определены величины мгновенной скорости движения ТС (табл. 5).

На участке 45 км скорости движения ТС в прямом и обратном направлениях отличаются незначительно (4,5...8 %), а на участке 95 км разница между ними достигает 35,8...37 %. Это, в первую очередь, связано с неудовлетворительными дорожными условиями.

Результаты натурных наблюдений позволяют рекомендовать верхний предел допустимой скорости на уровне 85 % обеспеченности на каждом конкретном участке. Это позволит снизить количество ДТП на 12-25 %, а их тяжесть – на 30-40 %. Предел ограничения скорости должен назначаться на основании анализа сложившихся условий движения на участке дороге, но не должен превышать значений, рекомендуемых СНиП РК 3.03-09-2003 [5].

Существует ряд методов снижения скорости движения. Это обеспечивается путем резко бросающегося в глаза ухудшения условий движения или искусственного создания у водителя ТС впечатления о движении с чрезмерной скоростью: постепенное уменьшение длины штрихов прерывистой дорожной разметки таким образом, чтобы увеличилась частота их мелькания в глазах водителя ТС. Уменьшение длины штрихов и разрыв между ними создает у водителей ТС впечатление, что они едут по участку, имеющему обычную разметку, с повышенной скоростью.



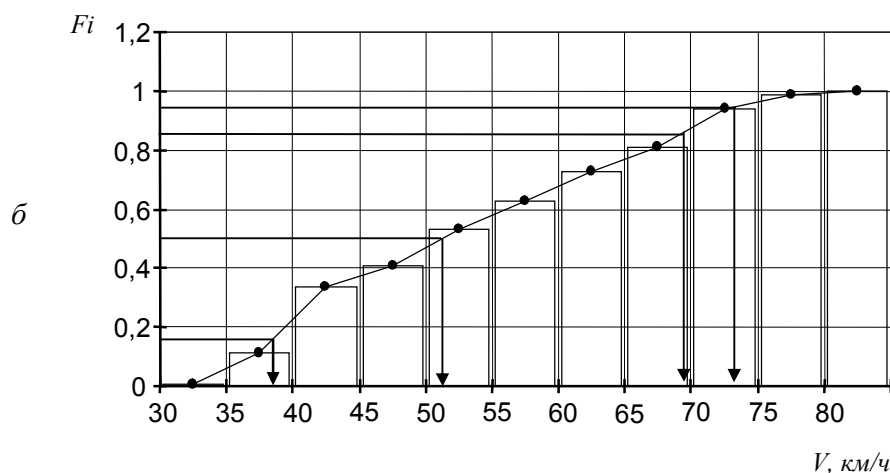


Рисунок 2 – Кумулятивная кривая скоростей движения на 96 км дороги: а) направление Усть-Каменогорск – Зыряновск; б) направление Зыряновск – Усть-Каменогорск

В результате исследований на данной дороге нами установлено, что ее значительная часть находится в горной местности с ограниченной видимостью. Поэтому водителю ТС требуется своевременная информация об изменении направления дороги. В этих целях рекомендуется установка дополнительных дорожных знаков и нанесение дорожной разметки на вышеуказанных участках дороги.

Эффективность дорожных знаков уменьшается из-за того, что многие водители ТС иногда не замечают или игнорируют их указания. Поэтому в особо опасных местах знаки ограничения скорости дублируются другими способами воздействия на режим движения. Снижение скорости ТС на участках, где это необходимо по соображениям безопасности, обеспечивается созданием на усовершенствованных покрытиях искусственных замедляющих неровностей [2, 6].

Причиной превышения скорости движения, во многих случаях, является невнимательность водителей ТС, которая связана с восприятием дорожной обстановки [7]. Распределение внимания водителя ТС между объектами дорожной обстановки зависит от напряженности его работы. Среди объектов восприятия имеются такие, которые охватываются вниманием водителя ТС в течение всего времени движения: встречные и попутные ТС, проезжая часть, дорожные знаки, указатели и пешеходы. При малой интенсивности движения основными объектами внимания водителя ТС являются элементы дороги. Очертания и размеры поля концентрации внимания определяются в основном двумя факторами: скоростью движения и трассой дороги. Размеры этого поля сокращаются по мере увеличения скорости движения.

Таким образом, оптимизация скорости движения ТС является одним из важнейших факторов повышения уровня безопасности движения на автомобильных дорогах.

#### Список литературы

1. Волошин Г.Я. Анализ дорожно-транспортных происшествий / Г.Я. Волошин, В.П. Мартынов, А.Г. Романов. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1982. – 288с.
3. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов / Г.И. Клишков-

- штейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
4. Сильянов В.В. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах: Учеб. пособие / В.В. Сильянов, Ю.М. Ситников. – М.: МАДИ, 1978. – 251 с.
5. СН и П РК 3.03-09-2003 Автомобильные дороги. – Астана, 2003. – 78 с.
6. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: Учеб. для вузов / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 352 с.
7. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.

Получено 21.05.09

УДК 656.2:629.4.053.2:004.77

**Г.Т. Мерзадинова**

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

#### АСКУЭ – ДЛЯ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Эффективность работы железнодорожного транспорта в первую очередь зависит от надежного функционирования системы тягового электроснабжения (СТЭ) и его основных элементов – тяговых подстанций (ТПС), в связи с чем влияние и воздействие основных эксплуатационных факторов на отдельные элементы СТЭ должны учитываться уже на стадии проектирования. Это требует предварительного планирования размеров энергопотребления на тягу поездов для оптимизации режимов энергопотребления и прогнозирования графика нагрузок. Выбор концепции и параметров СТЭ осуществляется на базе расчетных данных энергопотребления с использованием опыта проектирования, реализации и эксплуатации тяговых систем в разных странах [1].

В условиях формирования рыночной экономики проблема состоит в том, что оптимизации сопряжения систем внешнего и СТЭ обусловлена принципами, применявшимися при электрификации железных дорог в постсоветское время, когда при строительстве тяговых подстанций одновременно решалась проблема обеспечения электроэнергией промышленных предприятий других индустриальных отраслей, сельского хозяйства и населенных пунктов [2].

В современных условиях, когда железная дорога выступает в качестве самостоятельного хозяйствующего субъекта экономики, влияние условий сопряжения систем внешнего и СТЭ приводит к увеличению технологических потерь электроэнергии в СТЭ. Поэтому как потребители электроэнергии, так и ее поставщики, каждый из которых выступает как самостоятельный субъект экономики, заинтересованы в достоверном учете и точном определении потребления энергии своими объектами. Отсутствие систем достоверного учета энергопотребления приводит к увеличению условных потерь и в соответствии с этим усложняет процесс взаиморасчетов. Актуальность проблемы учета основных потерь и определения влияющих факторов определяется также тем, что в сети железных дорог намечается тенденция к росту условных потерь [3].

Железнодорожный транспорт имеет собственную специфику электрохозяйства. На электрифицированных железных дорогах локомотивы приводятся в движение тяговыми электродвигателями, которые получают энергию от контактной сети, подключенной к ТПС. От состояния электрооборудования ТПС напрямую зависит безопасность движения

поездов, пропускная способность участков железной дороги, обеспечение транзита электроэнергии питающих энергосистем, надежность электроснабжения железнодорожных узлов и сторонних потребителей.

Принцип построения тяговой сети магистрального транспорта на переменном токе напряжением 27,5 кВ показан на рис. 1 на примере схемы питания участка однофазного тока. Приведен участок, получающий питание от трехтяговой подстанции ТП1-ТП3. Высоковольтные подстанции связаны с общей линией (1) электропередачи (ЛЭП), три фазы которой - А, В, С. Используются трехфазные трансформаторы (2) со схемой обмоток «звезда-треугольник». Контактная сеть (3) секционирована с использованием с нейтральных вставок (5), рельсовая сеть (4) не секционируется и является вторым полюсом тяговых нагрузок. Питание мощных тяговых нагрузок от трехфазной сети приводит к неравномерности загрузки фаз первичного (внешнего) электроснабжения.

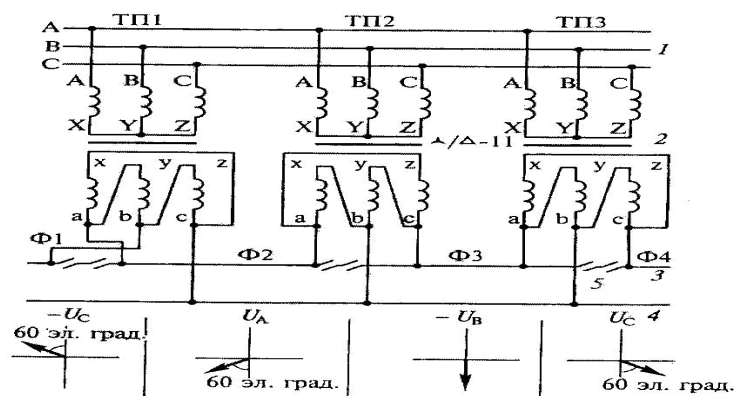


Рисунок 1 – Принцип построения схемы питания участка однофазного тока: ТП1-ТП3 - тяговые подстанции; 1 - линия электропередачи (ЛЭП); 2 - трансформаторы подстанций; 3 - контактная сеть; 4 - рельсовая сеть; 5 - нейтральная вставка; AX, BY, CZ - первичные обмотки трансформаторов; ax, by, cz - тоже вторичные; Ф1-Ф4 - фидерные зоны;  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  - векторы напряжения фаз А, В, С

На подстанции ТП1 наиболее загруженной оказывается фаза В, на подстанции ТП2 – фаза С, на подстанции ТП3 – фаза С. При одинаковом соединении первичных обмоток трансформаторов с фазами ЛЭП по ним перемещается разгруженная фаза, что приводит к некоторому выравниванию нагрузок в системе первичного электроснабжения. Для обеспечения двухстороннего питания секции контактной сети необходимо, чтобы фаза напряжения, подаваемого от смежных подстанций к концам секций, совпадала. Для этой цели используют трансформаторы со схемой «звезда-треугольник» 11-й и 1-й групп соединения обмоток. Векторы напряжения прикладываются к секциям контактной сети 1-2, 2-3, 3-4 и показаны в нижней части рисунка под соответствующими секциями. Смежным секциям соответствуют векторы напряжения со сдвигом фаз 60 эл. град., т.е. необходимо использовать секционные изоляторы с нейтральными вставками.

Анализируя процесс энергопотребления на стальных магистралях, необходимо учитывать одновременность протекания перевозочного процесса и эксплуатационной деятельности нетяговых потребителей (НТП). Вместе с тем разбросанность ТПС снижает возможность сбора достоверной информации со всех счетчиков без наличия автоматизи-

рованных современных средств учета, увеличивая вероятность погрешности показаний счетчиков и вместе с тем снижая эффективность работы системы.

Увеличение условных потерь обусловлено, в первую очередь, протеканием по контактной сети уравнивающих токов, которые появляются вследствие разности напряжений по модулю и фазе на шинах смежных ТП, что может быть вызвано питанием смежных ТПС от различных питающих энергосистем, наличием на одной из ТПС системы двойной трансформации, значительными перетоками электроэнергии по питающим линиям 110-220 кВ, районной нагрузкой, сопоставимой по величине с тяговой нагрузкой и т.д. На основании накопленного опыта энергетических обследований можно утверждать: в границах железной дороги примерно в каждой третьей межподстанционной зоне полигона переменного тока потери от протекания уравнивающих токов составляют не менее 200-300 тысяч кВт/ч в год. В отдельных случаях потери превышают 1 миллион кВт/ч в год [1].

Один из общепризнанных и наиболее эффективных способов экономии электроэнергии - применение рекуперативного торможения. При наличии исправных систем рекуперации на локомотивах и эффективном их применении доля рекуперированной электроэнергии может составлять до 25 % от расхода электроэнергии на тягу поездов по счетчикам электроподвижного состава. К сожалению, во многих локомотивных депо участки по ремонту систем рекуперативного торможения недоукомплектованы или отсутствуют, что в значительной степени снижает эффективность электрической тяги. Ущерб железным дорогам наносится также из-за отказа питающих энергосистем от сальдированного учета электроэнергии, когда энергия, возвращенная из контактной сети, не учитывается при взаиморасчетах. Обеспечение надежной работоспособности систем рекуперации, решение проблем оптимизации графиков движения поездов и переход на сальдированный учет электроэнергии позволят, по экспертным оценкам, снизить отчетное значение расхода электроэнергии на тягу поездов до 1-1,5 % [1].

*Под условными потерями* в практике учета расхода электроэнергии на тягу поездов в электрифицированных железных дорогах принято понимать *разницу между показаниями счетчиков электрической энергии  $C1$  на первичной стороне ТП и показаниями счетчиков электроэнергии, установленных на электропоездах (ЭПС).* Фактические условные потери – это разница между потреблением электроэнергии от высоковольтных ЛЭП первичной энергосистемы (ПЭС) переменного тока и потреблением ее на токоприемниках электропоездов и ЭПС за вычетом электроэнергии, расходуемой НТП, которая регистрируется счетчиками  $C_{нтп}$  [3].

Вследствие чего необходимо отметить ряд недостатков существующих методов учета электроэнергии:

- невозможность выполнения съема показаний счетчиков на подстанциях и счетчиков всех электропоездов в один момент времени;
- невысокий класс показаний фидерных счетчиков  $C2ф$ , которые, как следует из схемы учета энергии на подстанции, наилучшим образом могут использоваться для учета условных потерь;
- несовпадение тяговых плеч электропоездов с полигонами учета расхода энергии в системе электроснабжения;
- наличие продольных и поперечных соединений в контактной сети, приводящих к тому, что не могут быть обозначены границы фидерных соединений зон подстанций.

Поэтому эти методы не пригодны ни для нормирования, ни для учета фактических условных потерь [3]. Хотя с помощью счетчиков, установленных на входе ТПС, можно точно определять количество энергии, отдаваемой в контактную сеть, но они не могут отразить распределение расхода энергии по отдельным потребителям.

Проблема учета условных потерь достаточно сложна из-за непостоянства пространственного положения ЭПС по отношению к ТПС ТП по причине неравномерного потребления мощности на движение поезда. В то же время доля условных потерь в общем энергопотреблении от ПЭС значительна – обычно 1-12 %, а в ряде случаев достигает 19 % [3].

Вместе с тем, значение небаланса электропотребления, или «условных» потерь, то есть разница между объемом расхода электроэнергии, относимого на тягу поездов по показаниям счетчиков тяговых подстанций, и объемом расхода электроэнергии по показаниям счетчиков электроподвижного состава, служит одним из критериев, характеризующих состояние учета электроэнергии на тягу поездов.

Понятие «небаланс» включает в себя технологическую и коммерческую составляющие. Технологическая составляющая – это потери электроэнергии при ее транспортировке от ТПС к электроподвижному составу. Коммерческие потери обусловлены недостатками системы учета электроэнергии на тягу поездов, в частности при ее отборе от контактной сети на эксплуатационные нужды, при ее расходе на отопление пассажирских вагонов в пути следования, а также погрешностью ее учета на электроподвижном составе в пути следования и в режиме горячего простоя, другими причинами. Поэтому эта составляющая является в данном вопросе главенствующей и требует более достоверного и точного учета.

Еще одной характеристикой, которая должна быть учтена, является значение небаланса приема и распределения электроэнергии на всех ступенях напряжения. Уровень допустимого небаланса по шинам ТПС на любом уровне при внедрении современных электронных приборов учета электроэнергии не превышает, как правило, полутора процентов [1]. Превышение указанного уровня свидетельствует о неисправности системы учета электроэнергии.

Таким образом, анализ энергетической ситуации на железных дорогах показал, что основными факторами, влияющими на повышение энергозатрат в электрической тяге, являются следующие [4]:

- снижение грузооборота от общего потребления электроэнергии при росте удельных затрат в целом по сети и по каждой железной дороге в отдельности ;
- рост цен на ТЭР;
- рост тарифов на электроэнергию;
- недостоверность и неточность системы учета электроэнергии.

Как следствие суммарного воздействия вышеуказанных факторов существенно возросла доля расходов на электроэнергию в себестоимости перевозок ( до 12 %) и затратах локомотивного хозяйства (до 30 %).

Снижение затрат на покупку электроэнергии, точный и достоверный учёт электроэнергии - вот основные составляющие эффективности внедрения автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии на тягу поездов (АСКУЭ-ЦТ-Центральная тяга).

Основной целью создания автоматизированной системы управления топливно-энергетическими ресурсами является снижение корпоративных расходов на энергопотребление.

Прежде всего, это снижение эксплуатационной составляющей, связанной с приобретением ТЭР, в первую очередь за счет выхода компании на оптовые рынки электроэнергии. Автоматизация учёта электроэнергии заключается не столько в установке счетчиков на тяговых подстанциях, сколько в умелом использовании информации, получаемой от них. Поэтому очень важно, чтобы она поступала на второй уровень к энергодиспетчерам отделений своевременно и без искажений [2].

Коммерческий учет и АСКУЭ-ЦТ дает возможность осуществления взаиморасчетов по купле-продаже и передаче электроэнергии и выполняется участниками рынка по *одинаковым требованиям*, что позволяет всем участникам рынка иметь равные права. Требования верифицируются путем *освидетельствования Измерительного Комплекса коммерческого учета электроэнергии (ИКУЭ) и сдачи АСКУЭ в промышленную эксплуатацию согласно установленным правилам* [5].

*Главной особенностью АСКУЭ-ЦТ является определение для подвижного потребителя электроэнергии для каждого момента времени того участка контактной сети, от которого происходило электроснабжение данного электровоза* [6]. Для этого АСКУЭ-ЦТ в каждом электровозе *каждые 15 секунд* производит считывание следующих параметров:

1. Дата и время.
2. Серийные заводские номера счетчиков.
3. Показания счетчиков.
4. Географические координаты местонахождения электровоза.
5. Скорость электровоза;

с присвоением данным параметрам следующих признаков:

1. Номер электровоза.
2. Наименование депо приписки электровоза.
3. ФИО и табельный номер машиниста.
4. Наименование депо приписки машиниста.
5. Номер маршрута.

Указанные параметры позволяют точно определять *потребление электроэнергии по каждому электровозу с разбивкой его по ТПС и соответствующим регионам* [6].

Общее потребление электроэнергии непосредственно ЭПС из тяговой сети можно представить в виде двух составляющих [3]:

$$\mathcal{E}_j = \mathcal{E}_j^T + \mathcal{E}_j^P. \quad (1)$$

Первое слагаемое соответствует потреблению электроэнергии собственно ЭПС, т.е. на тягу, а второе - потреблению пассажирским поездом.

Соответственно этому условные потери должны быть разделены по двум составляющим энергопотребления - на тягу и на электроснабжение пассажирских вагонов, т.е.

$$\Delta \mathcal{E}_y = \Delta \mathcal{E}_y^T + \Delta \mathcal{E}_y^P. \quad (2)$$

Тогда фактическое потребление по счетчикам ТПС

$$\mathcal{E}_r^P = \sum_{i=1}^n [C1_i - (1 + \alpha) \cdot C2\Phi_i]. \quad (3)$$

Руководствуясь схемой замещения [3], можно определить мощность условных потерь в пределах рассматриваемой зоны ТП1-ТП<sub>i+2</sub>.

Представить в каждый момент времени в виде

$$M_y(t) = J_{\mathcal{E}}^2(t) \cdot (R_{TP} + R_{TC}), \quad (4)$$

где  $J_3(t)$  - суммарный ток, потребляемый всеми электровозами и электропоездами, находящимися в данный момент времени и в фидерной зоне  $ТП_i - ТП_{i+1}$ .

Конечно, величина является переменной и зависит как от количества поездов, так и от нормируемой мощности ЭПС (значение тока  $J_3$  при рекуперации для электровоза меняет направление и в формулу (4) войдет со знаком «-», но возведение в четную степень даст положительную величину потерь).

Как известно из [3], при меняющемся токе  $J_3$  формула для потерь энергии в питающей линии, получаемая интегрированием выражения (4), во времени может быть представлена в виде:

$$\Delta \mathcal{E}_y = (K_\phi \cdot J_3^-)^2 \cdot (R_{ТП} + R_{ТС}). \quad (5)$$

Таким образом, задача учета энергозатрат сводится к определению условных потерь.

Руководствуясь эквивалентной схемой замещения, можно мощность условных потерь в пределах фидерной зоны ТП1 и ТП2 представить в каждый момент времени в виде

$$M_y(t) = J_3^2(t) \cdot (R_{ТП} + R_{ТС}), \quad (6)$$

где  $J_3$  - среднее значение тягового тока -  $J_3(t)$  за рассматриваемый период времени  $T$ ;

$K_\phi$  - коэффициент формы, обеспечивающий пересчет среднего значения тока в действующее, причем коэффициент зависит от неравномерности тока.

Анализ повременного потребления электроэнергии в зависимости от времени суток поможет железнодорожникам оптимизировать работу транспорта и благодаря этому дополнительно снизить свои затраты, также будут сведены к минимуму производственные и непроизводственные затраты на энергоресурсы. Это позволит объективно решать спорные вопросы между поставщиком и потребителем энергоресурсов на основании объективного автоматизирования.

#### Список литературы

1. Черемисин В.Т. Система комплексного обследования тяговой энергетики. - Евразия Вести IV 2007, [www.eav.ru](http://www.eav.ru)
2. Железные дороги мира: Информационный журнал.
3. Сидорова Н.Н. Энергоемкость перевозочного процесса в электрической тяге поездов и обоснование путей энергосбережения: Монография. - М., 2001. - 233 с.
4. Мерзадинова Г.Т. Специфические особенности электрической тяги как потребителя энергии и АСКУЭ-ЦТ тягу поездов.
5. Электросетевые правила РК, разд. 5 «Коммерческий учет» (от 24 дек., 2001).
6. Техпроект, АСКУЭ-ЦТ. Кн.1. - Алматы, 2005.

Получено 23.12.09

УДК 656.2

**Г.Т. Мерзадинова**

Евразийский университет им. Л. Н. Гумилева, г. Астана

**Г.М. Мутанов**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СПОСОБЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В практике локомотивной службы типичной задачей является задача прогнозирования, когда необходима оценка энергозатрат в тяге поездов на определенный промежуток времени (месяц, квартал, год) по грузообороту. Для оценки эффективности использования электровозов на конкретном плече предложено большое число показателей.

Эффективность использования ТЭР и их экономное использование на всех стадиях их жизненного цикла характеризуется показателями энергосбережения, которые применяют:

- при планировании и оценке эффективности работ по энергосбережению;
- проведении энергетических обследований (энергетического аудита) потребителей энергоресурсов;

- формировании статистической отчетности по эффективности энергоиспользования.

Показатели энергосбережения различают по уровню интегрированности рассматриваемого объекта деятельности.

Объектом деятельности по энергосбережению может быть определенная продукция, технологический процесс, участок, цех, производство, предприятие - потребитель энергоресурсов, регион, субъект государства и государство в целом. Организационную, техническую, научную, экономическую деятельность в области энергосбережения характеризуют показателями:

- фактической экономии ТЭР, в т.ч. за счет нормирования энергопотребления на основе технологических регламентов и стандартов (отраслевых, региональных, предприятий); экономического стимулирования (отраслей, регионов, предприятий, персонала);

- снижения потерь ТЭР, в т.ч. за счет оптимизации режимных параметров энергопотребления; проведения не требующих значительных инвестиций энергосберегающих мероприятий по результатам энергетических обследований; внедрения приборов и систем учета ТЭР; подготовки кадров; проведения рекламных и информационных кампаний;

- снижения энергоемкости производства продукции (на предприятии) и валового внутреннего продукта (в регионе, в стране), в т.ч. за счет внедрения элементов структурной перестройки энергопотребления, связанной с освоением менее энергоемких схем энергообеспечения, вовлечением в энергетический баланс нетрадиционных возобновляемых источников энергии, местных видов топлива, вторичных энергоресурсов; реализации проектов и программ энергосбережения, энергосберегающих технологий, оборудования, отвечающего мировому уровню, и т.п.

Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют сравнительными показателями энергопотребления и энергоемкости производства продукции в отчетном году в сравнении с базовым годом в сопоставимых условиях – при приведении к равным объемам и структуре производства продукции.

Производственную (хозяйственную) деятельность в области энергосбережения характеризуют также абсолютными, удельными и относительными показателями энергопотребления, потерь энергетических ресурсов в ходе хозяйственной деятельности за определенный промежуток времени.

Применительно к изделиям, оборудованию, материалам, ТЭР (далее – продукция) и технологическим процессам для характеристики энергосбережения используют следующие основные показатели их энергетической эффективности:

- экономичность потребления ТЭР (для продукции при ее использовании по прямому функциональному назначению);
- энергетическая эффективность передачи (хранения) ТЭР (для продукции и процессов);
- энергоемкость производства продукции (для процессов).

Показатели экономичности энергопотребления могут быть выражены в абсолютной или удельной форме. В качестве показателей экономичности энергопотребления предпочтительны удельные показатели, т.е. количество энергии или топлива, затрачиваемое машиной, механизмом на производство единицы продукции или работы.

Показатели эффективности передачи энергии задают в виде абсолютных или удельных значений потерь энергии (энергонасителя) в системе передачи энергии.

В качестве характерных параметров используют:

- расстояние, на которое передают энергию (энергонаситель);
- исходный энергетический потенциал (исходные параметры энергонасителя);
- размерные характеристики канала передачи энергии.

Показатели производственной энергоемкости изготовления продукции (изделия) могут быть представлены в абсолютной и удельной формах для внесения в стандарты, технологическую, проектную и другую документацию.

*Прогнозирование расхода электроэнергии.*

1. Статистический способ имеет место в том случае, когда известны показатели поездной работы на предстоящее время. При данном способе в начале определяются наиболее коррелированные показатели поездной работы (корреляция с тяговым электропотреблением) и на основе построения уравнения регрессии между прогнозируемой величиной и наиболее коррелированным показателем поездной работы определяется прогнозное значение тягового электропотребления. Поэтому для данного способа необходимо наличие значений поездной работы на прогнозируемый промежуток времени (рис. 1, 2).

2. Для способа прогнозирования характера тягового электропотребления посредством прогноза временных рядов необходимо наличие значений тягового электропотребления в течение определенного времени. Данный промежуток времени называется окном идентификации (рис.3).

3. Способ имитационного моделирования заключается в моделировании работы участка на предстоящее время и расчете характера электропотребления на весь период прогнозирования. Для этого метода также необходимо наличие графика движения на период прогнозирования. При необходимости можно осуществить прогноз самого графика движения поездов, а затем и величины тягового электропотребления.



Рисунок 1 – Характер суточного потребления электроэнергии на тягу и наиболее коррелированного показателя поездной работы

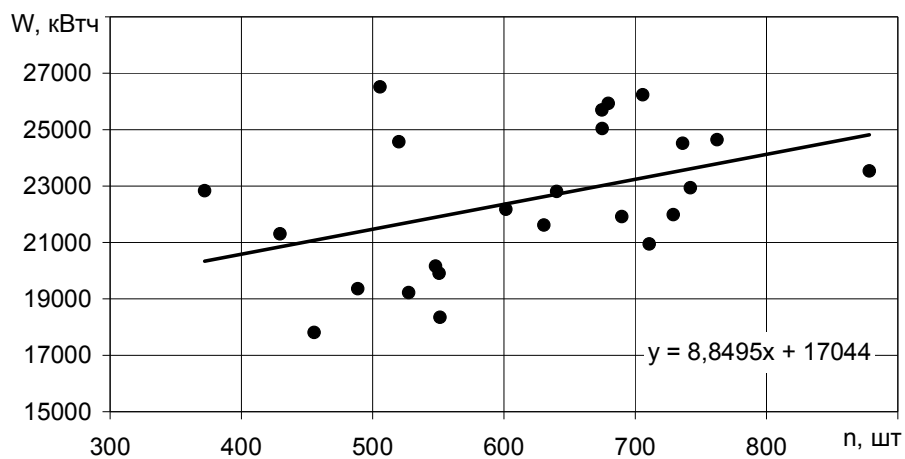


Рисунок 2 – Аппроксимация полученной зависимости

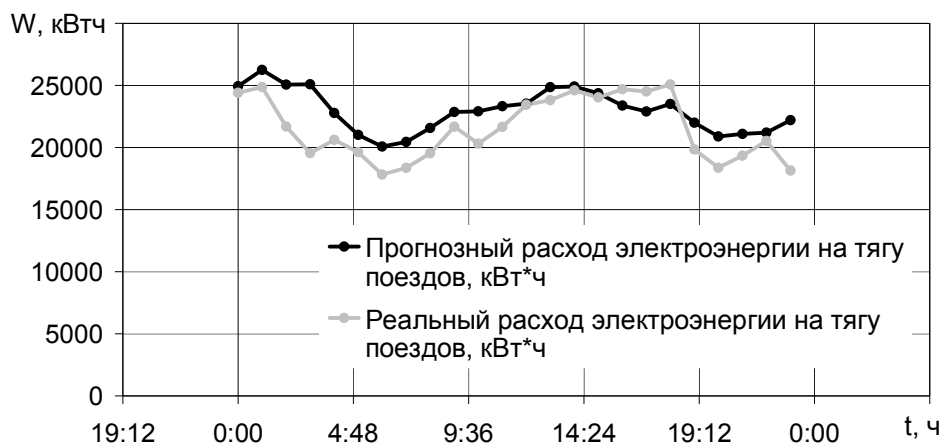


Рисунок 3 – Сравнение реального расхода электроэнергии и прогнозных значений

Таким образом, показатели энергосбережения характеризуют деятельность по реализации мер, направленных на эффективное использование и экономное расходование ТЭР на всех стадиях их жизненного цикла. Способы прогнозирования дают широкие возможности для повышения качества управления системой железных дорог.

Список литературы

1. Мерзадинова Г.Т. Специфические особенности электрической тяги как потребителя энергии и АСКУЭ-ЦТ тягу поездов.
2. Электросетевые правила РК, разд. 5 «Коммерческий учет» (от 24 дек., 2001).

Получено 23.12.09

УДК 629.113

**М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Условием оценки безопасности транспортной техники является применение объективных свидетельств в виде экспериментальных данных, подтверждающих наличие или правдивость исследуемого свойства [1]. Особое внимание при этом уделяется контролю как процедуре оценивания соответствия путем наблюдения и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой. Как правило, при проведении испытаний определяется одна или несколько характеристик согласно установленной процедуре. Такими характеристиками, в частности, являются показатели безопасности, которые определяют способность продукции обуславливать безопасность человека при ее эксплуатации (потреблении).

Разработке единых методических принципов и совершенствованию методов испытаний, применяемых в области оценки безопасности механических транспортных средств (МТС), уделялось постоянное внимание. Нормативными документами, регламентирующими обязательные требования и нормы по безопасности механических транспортных средств, являются Правила ЕЭК ООН. Принято считать, что начало работ в данном направлении связано с принятием комиссией ООН в Женеве в марте 1958 года соглашения о единой программе проверки транспортных средств на пассивную безопасность. Дальнейшее развитие требований к безопасности осуществлялось в соответствии с национальными приоритетами стран, играющих ведущую роль в производстве автомобильной техники. В частности, в США в 1970 году Национальная администрация безопасности дорожного движения (NHTSA) разработала стандарты FMVSS. В соответствии с ними каждая модель легкового автомобиля перед выходом на рынок должна подвергаться серии краш-тестов, а после изучения повреждений независимыми специалистами автомобиль получает оценку прочности. Однако правила проведения испытаний и требования к ним были изменены. В результате в настоящее время существуют различия в требованиях правил ЕЭК ООН и стандартов краш-тестов, проводимых в Америке (табл. 1) [2].

Таблица 1

*Условия проведения обязательных краш-тестов*

Организация	ЕЭК ООН	NHTSA
Стандарт испытаний фронтальным ударом	№ 94: 50 км/ч, деформируемое препятствие, 40 % перекрытие	FMVSS 208: 48 км/ч, недеформируемая стена, 100% перекрытие
Стандарт испытаний боковым ударом	№ 95: 50 км/ч, 950-килограммовая тележка, траектория под углом 90 градусов	FMVSS 214: 54 км/ч, 1367-килограммовая тележка, траектория под углом 27 градусов

Во-первых, Правила ЕЭК ООН № 94 предъявляют более высокие требования к кузову, т.к. лобовое столкновение должно осуществляется на чуть большей скорости 50 км/ч. Согласно протоколу испытаний FMVSS 208 (США) автомобиль разгоняется тросовым приводом лишь до 48 км/ч.

Во-вторых, удар (по Правилам ЕЭК ООН № 94) производится об алюминиевую сотовую конструкцию, имитирующую структуру среднестатистического автомобиля. При этом введено условие 40-процентного перекрытия площади передней части автомобиля. Таким образом, энергия удара приходится на меньшую часть силовой структуры кузова. Единственный способ сохранить жизненное пространство - превратить всю сминаемую часть в единую конструкцию с четко запрограммированной деформацией. А по стандарту FMVSS 208 автомобиль встречается с бетонной стеной на скорости 48 км/ч передней частью под прямым углом. Удар о плоскую стену всей шириной автомобиля (100-процентное перекрытие) дает передней части возможность максимально поглотить всю энергию удара. В этом случае пространство для водителя и пассажиров подвергается меньшим деформациям. Детальный анализ характера испытаний показал, что основной нагрузкой является сжатие, а ведь при несимметричном столкновении имеют место также деформации от растяжения и изгиба.

Несмотря на то, что при лобовых столкновениях обитатели салона защищены обширной зоной программируемой деформации, на такие столкновения, по оценкам экспертов, приходится до 38 % погибших в ДТП. В связи с этим, дополнительные конструктивные меры защиты в виде фронтальных подушек признаны обязательной принадлежностью автомобиля.

Правила ЕЭК ООН регламентируют также пассивную безопасность автомобильных конструкций при боковом ударе. В середину автомобиля (в зону средней стойки) со стороны водителя врезается четырехколесная тележка, на которой находится ударопоглощающий элемент. При этом большая часть нагрузки ложится, в первую очередь, на двери. Для повышения прочности и жесткости конструкции дверей в их внутренние полости вставляют горизонтальные или наклонные брусья, которые распределяют энергию удара на боковины. Кроме того, усиливают центральную стойку, пороги, балку крыши. Сегодня

их изготавливают из высокопрочных сталей, что в сочетании с поперечными элементами кузова позволяет сформировать вокруг жизненно важной зоны спасательную клетку (капсулу).

Повышение требований к существующим системам обеспечения безопасности транспортных средств является жизненно важным аспектом дальнейшего снижения смертности и травматизма при ДТП. Исследования в данном направлении велись как в Европе, так и в США. Еще в 1978 году NHTSA проводила дополнительные краш-тесты по программе USNCAP. В 1997 году Международная автомобильная федерация (FIA) разработала Европейскую программу оценки новых автомобилей (EuroNCAP). Отметим, что EuroNCAP и USNCAP копируют все процедуры по фронтальным и боковым столкновениям ЕЭК ООН и FMVSS соответственно, за исключением одного нюанса. По методике EuroNCAP скорость при контакте с препятствием заметно выше (табл. 2). При этом результаты испытаний являются объективной информацией о безопасности автомобилей, публикуются в печати и таким образом косвенно влияют на их продажи. Кроме того, рейтинги EuroNCAP учитываются европейскими страховыми компаниями при расчете стоимости страхового полиса. В США с 1995 года Страховой институт дорожной безопасности (IIHS) проводит краш-тесты по собственной методике и снабжает результатами испытаний страховые компании, создавшие указанный институт.

Таблица 2

*Организации с собственными методиками испытаний*

Организация	NHTSA	IIHS	FIA(+ADAC)
Название программы	USNCAP	Программа IIHS	EuroNCAP
Фронтальный удар	50 км/ч, недеформируемая стена, 100 % перекрытие	64 км/ч, деформируемое препятствие, 40 % перекрытие	64 км/ч, деформируемое препятствие, 40 % перекрытие
Боковой удар	62 км/ч, тележка массой 1367 кг, (под углом 27 градусов)	50 км/ч, тележка массой 1500 кг, (перпендикулярно)	1) 50 км/ч, тележка 950 кг; 2) 29 км/ч, столб
Наезд сзади	-	ускорение сидящего в кресле манекена до 32 км/ч	ускорение сидящего в кресле манекена до 32 км/ч
Дополнительно	тест на опрокидывание	1) столкновения на скорости 8 км/ч: со стеной передними и задними бамперами, под прямым и острым углами; 2) наезд задним ходом на парковочный столбик; расчет затрат на восстановление	1) детские манекены: 3 года (18 кг) и 18 месяцев (11 кг) – в специальных креслах; 2) тест на безопасность для пешехода

На уровень защищенности человека в автомобиле влияет множество факторов. В краш-тестах автомобили разделяют: в Европе - на классы, в Америке - с учетом массы. Очевидно, что боковой удар вседорожника или пикапа гораздо опаснее, чем нанесенный тяжелым легковым автомобилем. Во-первых, вседорожники или пикапы обладают более высоким центром тяжести, что увеличивает риск их опрокидывания. По статистике, ве-

роятность перевернуться на вседорожнике или пикапе выше, чем на обычном седане, в 2,8 и 2 раза, соответственно. Начиная с 1999 года, NHTSA ведет статистику по таким ДТП, принимая во внимание расположение центра тяжести, размеры колеи и базы. В 2004 году USNCAP включил в свою программу динамический тест, оценивающий склонность к опрокидыванию. В нем используется полностью загруженный и заправленный автомобиль. Моделируя уход от столкновения, специальное устройство быстро поворачивает руль сначала в одном направлении, потом, очень резко, в другом. Весь маневр занимает около секунды. В это время аппаратура на борту измеряет ход подвесок и оценивает склонность к опрокидыванию, если два колеса на одной стороне одновременно отрываются от поверхности дороги более чем на 50 мм. Для снижения склонности к опрокидыванию автомобили дополнительно оснащаются электронными системами стабилизации (ESC, ESP, DSC). Подобные системы позволяют управлять поведением машин на поворотах за счет того, что для стабилизации использованы контроль тяги двигателя и тормозные системы, не позволяя развиваться колебаниям кузова до опасных углов крена. Правилами EuroNCAP тоже одобрено наличие электронных вспомогательных систем путем введения дополнительных баллов за высокий процент оснащения модели системами стабилизации.

По итогам испытаний в системе NHTSA определяется рейтинг, который выражается в звездочках (максимальная оценка - пять звездочек). В отличие от США Европейская федерация FIA использует аналогичную систему оценок, но для уточнения, помимо звезд, применяет баллы. Максимум по принятой системе – пять звезд или 36 баллов за фронтальный и боковой удары. Градация IIHS принципиально отличается от вышепересмотренных систем оценок, т.к. имеет только четыре качественные характеристики: «хороший», «приемлемый», «критический» и «слабый». Оценка предназначена в основном для страховых компаний Северной Америки, рассчитывающих по ним ставки и выплаты за материальный ущерб и вред здоровью.

В начале 2009 года были внесены изменения в систему оценки автомобилей по программе EuroNCAP [3]. К традиционным испытаниям дополнительно введено испытание при наезде сзади. Это позволяет детальнее оценить общий уровень безопасности автомобильной конструкции. Кроме того, при подсчете итоговых баллов учитывают наличие таких средств активной безопасности, как системы стабилизации, ограничитель скорости, сигнализатор непристегнутых ремней. Изменения произошли и в системе начисления итоговых оценок. В настоящее время не присуждают звезды отдельно за краш-тесты, защиту пешеходов или безопасную установку детских кресел. Окончательный результат выводится по четырем показателям: защищенности водителя и переднего пассажира (по результатам фронтального и бокового краш-тестов, столкновения со столбом и наезда сзади); надежности установки детских кресел; безопасности пешеходов; наличию систем, предотвращающих аварию. Баллы, набранные в каждой из вышеперечисленных категорий, пересчитывают в проценты и умножают на коэффициенты весомости. Принято значение коэффициента весомости 0,5 использовать в стандартных краш-тестах; 0,2 – за детские кресла и столько же за безопасность пешеходов; 0,1 – за средства активной безопас-

ности. Полученные данные суммируют и получают итоговую оценку. Чтобы заслужить пять звезд, общий уровень безопасности должен быть не ниже 70 %. В следующем году планируется повышение уровня до 75 %, а к 2012 году - до 80 %.

Анализ статистических данных за период с 2005 г. по 2009 г. ДТП по ВКО и г. Усть-Каменогорску показал, что совершенствование конструкций автомобилей является эффективным способом сокращения удельного количества погибших, приходящихся на каждое ДТП. На рис. 1 видно, что за последние 5 лет удельная доля смертельно пострадавших в ДТП людей по г. Усть-Каменогорску сократилась в 2,5 раза. Это связано с тем, что ужесточен контроль за безопасностью на дорогах города. При этом немалую роль играет тот факт, что парк автомобилей по г. Усть-Каменогорску стал более современным.

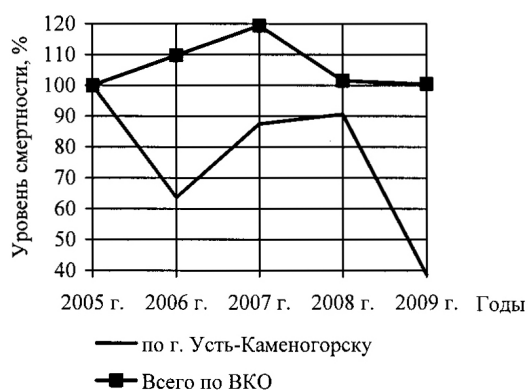


Рисунок 1 — Уровень смертности при дорожно-транспортных происшествиях по ВКО и г. Усть-Каменогорску

В отличие от областного центра, аналогичный показатель удельного числа погибших при ДТП по Восточно-Казахстанской области по сравнению с 2005 г. не снижается. Однако отрицательная тенденция роста смертности при ДТП, достигшая в 2007 г. своего максимума, переломлена.

На рис. 2 представлен анализ данных по травматизму при ДТП за аналогичный период. Отмечен незначительный рост показателя за последние два года, который перекрыл положительный эффект, достигнутый к 2007 г.

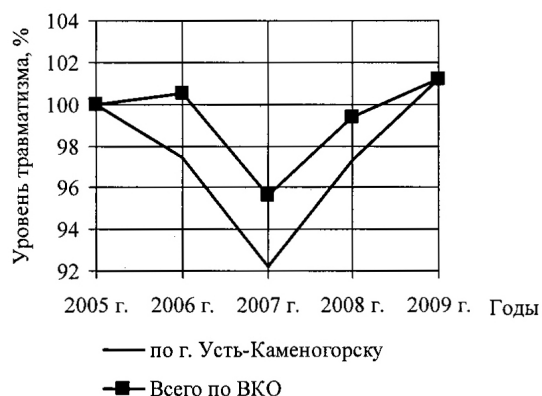


Рисунок 2 – Уровень травматизма при дорожно-транспортных происшествиях по ВКО и г. Усть-Каменогорску

Выявление причин подобной тенденции требует более детального анализа. Однако очевидно, что конструктивное совершенствование автомобилей с целью повышения их безопасности внесло свою долю в сдерживание уровня травматизма при ДТП.

Зачастую причиной роста уровня смертности и травматизма при ДТП является несоответствие технического состояния систем и узлов МТС требованиям пассивной и активной безопасности. При этом под активной безопасностью МТС [4] понимают комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств МТС, направленных на предотвращение ДТП: тормозные, тяговые и динамические качества (свойства); устойчивость и управляемость; обзорность; внутренняя и внешняя информативность и т. п.

Техническое состояние систем и узлов МТС в части, относящейся к безопасности движения, должно отвечать требованиям стандарта [4] и проверяться по установленной данным нормативным документом методике. От надежности их функционирования напрямую зависит безопасность людей. Известно, что надежность обеспечивается на стадиях конструирования (проектирования) и изготовления, а поддерживается в эксплуатации. Организационно процедура контроля технического состояния МТС по параметрам безопасности имеет форму периодического государственного технического осмотра, а также включена в перечень показателей, оцениваемых при сертификации механических транспортных средств и прицепов с целью введения их в обращение на территории Республики Казахстан. При проведении государственных технических осмотров техническое состояние МТС, предназначенных для перевозки пассажиров, подлежит проверке не реже 1 раза в квартал, перевозящих опасные грузы – не менее 2 раз в год, других категорий МТС – не менее 1 раза в год. Ежегодно значительная часть МТС, представленных на техосмотр, признается неисправными, так как не выполняются обязательные требования нормативных документов по условиям безопасности движения (рис. 3).

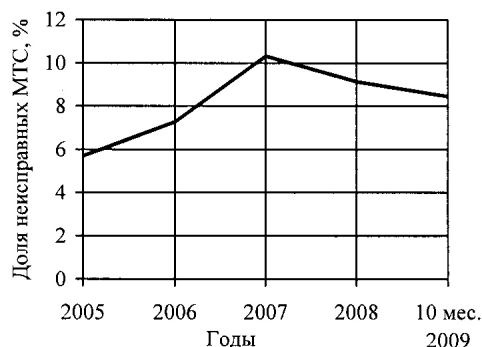


Рисунок 3 – Доля неисправных автомобилей, выявленных при прохождении государственного технического осмотра

МТС признаются технически исправными, если все нормированные для них заводом-изготовителем параметры находятся в пределах, установленных для них нормативных значений. Как видно на рисунке 3, в среднем 8% автомобилей не соответствует нормативным требованиям [4]. При том, что в данном документе содержатся нормативы, выполнение которых не представляет существенной сложности.

С введением на территории Республики Казахстан технического регламента [5] будут пересмотрены требования к общему техническому состоянию МТС. При этом методы испытаний, предусматривающие неразрушающий контроль состояния узлов, систем и механизмов, обеспечивающих пассивную и активную безопасность, потребуют перевооружения всех пунктов технического осмотра, а также обеспечение квалифицированного проведения процедуры контроля технического состояния МТС. Для этого необходимо, в первую очередь, обеспечить учебно-методическую базу для обучения и переподготовки технических специалистов. Таким учебным центром в Казахстане, на наш взгляд, должен быть ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Но для качественной подготовки квалифицированных специалистов наш вуз нуждается в современной испытательной лаборатории, оснащенной таким образом, чтобы иметь возможность выполнять испытания как разрушающего, так и неразрушающего контроля механических систем. Подобная лабораторная база позволит освоить инновационные методы испытаний, в том числе на уровне требований EuroNCAP.

#### Список литературы

1. СТ РК ИСО 9000-2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Макаров Г. Что говорят звезды // За рулем. – 2009. – №7. – С. 138-143.
3. Федоров Д. Предпродажная подготовка // За рулем. – 2009. – №10. – С. 218-220.
4. СТ РК ГОСТ Р 51709 – 2004. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.
5. Технический регламент о требованиях к выбросам вредных (загрязняющих) веществ автотранспортных средств, выпускаемых в обращение на территории Республики Казахстан (утвержден Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2007 года № 1372)

Получено 3.11.09

УДК 621.928.24

**Н.Т. Сурашев**

КазАТК, г. Алматы

**М.В. Дудкин, Д.Е. Елемес**

ШҚМТУ, Өскемен қ.

#### ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫНДА КЕН ЕМЕС МАТЕРИАЛДАРДЫ СҰРЫПТАУ ПРОЦЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Заманауи құрылыс индустриясында жол-құрылыс материалдарын өндірудегі негізгі ғылыми-қолданбалы мәселелердің бірі – сұрыптаушы агрегаттардың қолданыстағы құрылымдарын (гүрсілдер) уақыт ағымына сай өзгету және жаңаларын ойлап табу талабына тірелуде.

Гүрсілдерді жетілдірудің заманауи бағытындағы негізгі екі міндетті атап көрсетуге болады: кен емес материалдардың сапасын арттыру және сұрыптаушы агрегаттардың технологиялық және құрылымдық параметрлерін жақсарту.

Бұл мақалада гүрсілдің өнімділігін арттыру мақсатында авторлар ұсынған тәсілдердің бірі қарастырылады. Және де мұнда заманауи жол-құрылысы индустриясында және басқа да өндірістік салаларда кеңінен қолданылатын инерциялы гүрсілдердегі сұрыптау процесі қарастырылады.

Гүрсілдің құрылымына, сондай-ақ, сұрыпталушы материалдың сипаттамаларына (түрлеріне) байланысты дірілді гүрсілдің өнімділігіне әсер ететін факторлар көп. Әдетте, материалды тездетіп тастап отырған жағдайда берілген уақыттың әрбір сәтінде, жұмысқа елегіш беттің барлығы қатысады деген түсінік қалыптасқан. Бірақ, тәжірибе гүрсілге сусымалы материал салған кезде, елегіш беттің басқы бөлігі ғана барынша көп жұмыс істейтінін көрсетуде. Іс жүзінде гүрсілдің елегіш бетінің 30 % толық пайдаланылмайтын болып отыр. Осының салдарынан елек бетінің орынсыз тозуына жол беріледі.

Осы ретте, мақала авторларының шешімін табуға тырысқан міндеттерінің бірі – кен емес материалдарды гүрсіл елегінің астына қондырылған қосымша құрылымдық элементтердің көмегімен елегіш беттерге барынша ұтымды орналастыру. Құрылымдық тәсілдер арқылы шешілетін екінші міндет – гүрсілдеудің бірінші кезеңін қарқынлату, яғни, төменгі класс материалының бөлігін електің бетіне дейін қозғау. Гүрсіл процесінің өнімділігіне барынша көп әсер ететін дәл осы кезең екендігі жалпыға мәлім нәрсе.

Авторлардың негізгі ұсыныстары – күрделі қозғалыстағы материалы бар гүрсілдеу процесін жазық инерциялы гүрсілдерде пайдалану. Гүрсілдер тербелістерінің амплитудасы мен тербеліс жиілігі (гүрсілдеу процесіне айтарлықтай әсер ететін, бірақ жалғыз емес) негізгі параметрлер деп саналады. Бөліктер електің бетімен қозғалғанда, оған ауырлық күші, тірек бетінің қалыпты реакциясы, үйкеліс күші, инерцияның ортадан

тепкіш күші, жоғарғы бөліктің қысым күші және т.б. әсер етеді. Гүрсілге материал үлкен көлемде берілгенде, материалдың жоғарғы массасының бөлікке жасайтын қысым күші артады да, бөліктің елегіш бетке дейін орын ауыстыруы қиындайды. Гүрсілдің салмақ түсірілген бөлігін сейілту үшін тербеліс уақыты мен електің ұзындығын арттыруға тура келеді, ал бұл гүрсілдің жұмыс өнімділігін азайтады. Материалдың еленетін бет бойынша таралу процесін материал массивіне механикалық әсер етумен (елек бетінің бойымен бағытталған) жеделдетуге болады. Ал, еленетін бетке параллель бағытталған қосымша күш бөлікке әсер еткенде, материалда күрделі қозғалыс пайда болып, материалдың жоғарғы дара қабаттарын қосымша қопсытуға және материалдың елеу бетіне мейлінше тиімді орналасуына қол жеткізіледі. Бұл жерде сусымалы материалдарға қосымша әсер ететін құрылымдық шешімдердің жеткілікті түрде көп болатындығын да ескерген жөн. Қарастырылып отырған авторлар ұсынысы солардың бірі ғана.

Күрделі қозғалыстағы материалы бар горизонталь-инерциялы гүрсілдің жұмыс істеу принциптері мынандай: инерциялы гүрсілден қозғалысқа түсетін тілімше тіректерге отырғызылған қорапқа қондырылған көлбеу електен тұратын гүрсілдің айырмашылығы сол, оған өнімділікті арттыру (гүрсілдің бірінші кезеңін қарқындату жолымен) және елегіш беттің көлемін барынша тиімді пайдалану мақсаттарында жеке жетек пайдаланушы немесе қораптың өзінің дірілі есебінен жетектелетін қорапқа қосымша құрылымдық құрылғы қондырылуында. Қарастырылып отырған гүрсіл осылайша екі массалы инерциялы жүйені құрайды. Гүрсілдің айырмашылығы сол – оның құрылымдық құрылғысы елеуіш бетке перпендикуляр отырғызылған иілгіш өзектерді құрайтын және кері-ілгерілемелі қозғалыста материалдың жоғарғы дара қабатына қосымша қозғалыс туғызатын көлденең тақтайшалар жиынтығынан тұрады. Сондай-ақ, материал массасының қайта үлестірілуші жүктемесін жіктеу бетіне барынша тиімді орналастыруында.

Қарастырылып отырған құрылым жазық инерциялы гүрсілді жаңарту арқылы жоғарыда көрсетілген міндеттері шешуді қамтамасыз етеді. Сонымен қатар өзерт看 шығыны онша көп емес. Қазіргі уақытта осы сияқты құрылымдарға теориялық және тәжірибелік зерттеу жұмыстары Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасында жүргізілуде.

Жазық инерциялы гүрсілдің тәжірибелік зерттеулері өндірістік тәжірибе үлгісінде өткізілуде. Теориялық зерттеу аяқталу кезеңінде.

Аталмыш модельге жасалған тәжірибелік зерттеулердің алдын ала көрсеткіштері мынандай: гүрсілдің өнімділігі 15-22,5 %-ға артады; гүрсілдің тиімділігі сақталғанда МЕМСТ нормалары мүмкіндік шегінде; електің тозуы 5-7 %-ға азаяды (болат електер үшін). Тәжірибе құм мен шағылтас қосындысына жасалады, қиыршықтық құрамы 0-ден 40 мм-ге дейін, ылғалдылығы 15 %; елек ярустарының саны 2; амплитуда – 0,2-3 мм; електің көлбеу бұрышы  $7^0$ ; дірілдеткіш білігінің айналым саны 800 а/мин. Ендеше, бұдан осы құралды өндіріс жағдайында жазық инерциялы гүрсілде пайдалану арқылы, електің тозуын азайту және елеу өнімділігін арттыру есебінен жоғары экономикалық тиімділік алуға әбден мүмкіндік туады деп қорытынды жасауға болады.

15.12.09 кабылданды

---

---

## РОБОТ С СЕТЬЮ

---

Экспериментальный робот-охранник, изготовленный двумя японскими фирмами, разъезжает по оставленным под его охраной помещениям со скоростью до 2,7 метра в секунду и, заметив или услышав что-то подозрительное, сообщает об этом своему хозяину по сотовому телефону. На экранчике телефона можно видеть то, что видит робот, и нажатием клавиш управлять его действиями. При необходимости робот способен задержать проникшего в дом злоумышленника, набросив на него сеть из тонких, но очень прочных нитей. А тут и хозяева подспеют.

«Наука и жизнь» № 5, 2009

ПО СТРАНИЦАМ

