

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ МАШИНЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

М.П.БАРАТАШВИЛИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АКАКИ ЦЕРЕТЕЛИ merabib@gmail.com

Аннотация

Возросшие требования к качеству восстанавливаемых асфальтобетонных покрытий для восстановления асфальтобетонных покрытий создают необходимость для однозначного определения эффективных режимов работы и параметров рабочих органов машин при поверхностном разрушении асфальтобетонных покрытий. В статье представлены результаты исследования влияния значимых факторов на процесс разрушения верхних дефективных слоев автомобильных дорог, а также приведены основные зависимости и расчетные данные для определения конкретных геометрических параметров и режимов работы рабочих органов машин при поверхностном разрушении асфальтобетонных покрытий.

Существующая в нашей стране сеть старых уже существующих автомобильных дорог с твердым покрытием и процесс реконструкции и строительства новых обусловлены постоянно растущей интенсивностью движения. Меняющиеся динамические показатели современных транспортных средств ставят новые требования к качеству строительства, ремонта и содержания дорожных покрытий, автомобильных дорог.

В процессе строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий необходимо учитывать постоянно растущие цены на вяжущие и инертные, а также горюче-смазочные материалы, и соответственно естественным образом надо стремиться подыскать и однозначно установить доступные пути экономии дорогостоящих материалов для приготовления асфальтобетонной смеси.

Современная технология ремонта и строительства асфальтобетонных покрытий предусматривает использование системы машин различного назначения. В настоящее время в США, ФРГ, Великобритании, Италии, Японии производят различные модели и гамму машин для ремонта и восстановления асфальтобетонных покрытий.

Существующие виды машин в зависимости от типоразмера обеспечивают выполнение комплекса или отдельных операций, предусмотренных современной технологией восстановления асфальтобетонных покрытий. Процесс поверхностного разрушения верхних несущих слоев дорожного полотна является основным и определяющим при выборе силовой установки базового шасси для каждого вида машин.

Из существующих способов разрушения поверхностных слоев асфальтобетонных покрытий разрушение предварительно разогретых слоев дорожного полотна является наименее энергоемким и обеспечивает повышение надежности режущих элементов, но процесс разогрева покрытий требует наличия сложного дополнительного оборудования для разогрева покрытий. Несмотря на существующие недостатки данный метод разрушения асфальтобетонных покрытий успешно применяется в процессе ремонта автомобильных дорог, вымощенных асфальтобетонным материалом.

С целью повышения эффективности машин для восстановления асфальтобетонных покрытий большое значение приобретает выбор рациональной конструктивной схемы ее рабочего органа и режимов работы. Вместе с тем для повышения эффективности самого процесса ремонта асфальтобетонных покрытий нужно определить область рационального применения отдельных видов машин ремонта поверхностных слоев асфальтобетонных покрытий.

В связи с этим важнейшее значение имеет решение задач по выполнению перспективных направлений создания рабочих органов машин для ремонта асфальтобетонных покрытий, обоснование выбора вида рабочего органа машины для разрушения слоев асфальтобетонных покрытий в условиях эксплуатации, в общей схеме восстановления верхних слоев дорожного полотна, на основе сравнительного анализа пассивного многолезцового и фрезерного рабочих органов.

Объекты и методы исследования

В последнее десятилетие во многих развитых странах мира, с продолжением строительства автомобильных дорог с твердым асфальтобетонным покрытием, все более увеличивается доля ассигнований, расходуемых на ремонт и реконструкцию существующих дорог, с целью обеспечения высокого уровня комплексов основных транспортно-эксплуатационных и технических показателей дорожной конструкции, которые формируются исходя из задачи автомобильных дорог - обеспечивать удобное и безопасное движение автомобилей с заданной скоростью и интенсивностью при наименьших затратах на перевозку. [1]

К основным видам транспортно-эксплуатационных показателей относят прочность дорожной конструкции, ровность покрытия проезжей части и сцепление автомобильного колеса с поверхностью покрытия проезжей части[2]

В настоящее время процесс ремонта асфальтобетонных покрытий часто фигурирует под названиями: регенерация, восстановление, реконструкция покрытия [2,3,4]

Объектом исследования является возможность определения параметров воздействия на процесс резания покрытия, конечной целью которого является обеспечение процесса обработки и ремонта покрытия в пределах возможной регенерации материала старого покрытия.

Применительно к дорожным ремонтным работам под регенерацией следует понимать такую обработку или переработку старого асфальтобетонного материала дорожной одежды, которая позволяет поднять ее транспортно-эксплуатационные и технические показатели до требуемого уровня.

Объектом исследования являются также схемы определения энергозатрат процесса поверхностной обработки асфальтобетонных покрытий с целью выбора и обоснования рациональных режимов работы машин поверхностной обработки асфальтобетонных покрытий, с достижением высокого уровня комплекса технических и транспортно-эксплуатационных показателей асфальтобетонного полотна, с обеспечением снижения себестоимости перевозок, повышением надежности в назначенные сроки службы автомобильного транспорта, уменьшением количества дорожно-транспортных происшествий. В процессе исследования были использованы методы математического моделирования, а также проводились многочисленные эксперименты для изучения зависимости между мощностью силы резания покрытия от скорости резания и подачи рабочего органа, температуры обрабатываемого слоя, от свойства и состава материала.

В практике дорожных работ под регенерацией подразумевают восстановление отработавших материалов с целью повторного их использования. Следует различать регенерацию асфальтобетона, как материала и регенерацию слоя покрытия[5]

В процессе проведения исследования были учтены существующие следующие способы удаления дефективного слоя покрытия: взламывание дорожного полотна; фрезерование покрытия с предварительным разогревом и фрезерование покрытия без его предварительного разогрева .

Постановка задачи

Современные требования к процессам восстановления асфальтобетонных покрытий ставят новые требования, учитывающие достижение необходимого качества регенерируемых слоев покрытий, с уменьшением затрат на процесс восстановления дорог, с возможностью заново использовать старый, снятый материал в процессе резания дорожных поверхностных слоев покрытий. В статье приведена часть результатов экспериментальных и теоретических исследований, определяющих взаимосвязи геометрических параметров режущих элементов и температурных факторов асфальтобетонной среды, с учетом меняющейся скорости резания покрытия, приведены также полученные результаты исследования математических зависимостей, определяющих эффективные режимы работы машин при поверхностном разрушении асфальтобетонных покрытий.

Результаты и их обсуждения

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что геометрические параметры режущих элементов оказывают существенное влияние на характер процесса разрушения асфальтобетонных покрытий и даже незначительные изменения этих параметров вызывают резкое изменение силы сопротивления резанию.

Как показывает зависимость удельного напряжения от угла резания режущего элемента, оптимальным значением можно принять угол резания $\alpha=85^{\circ}$ (рис.1)

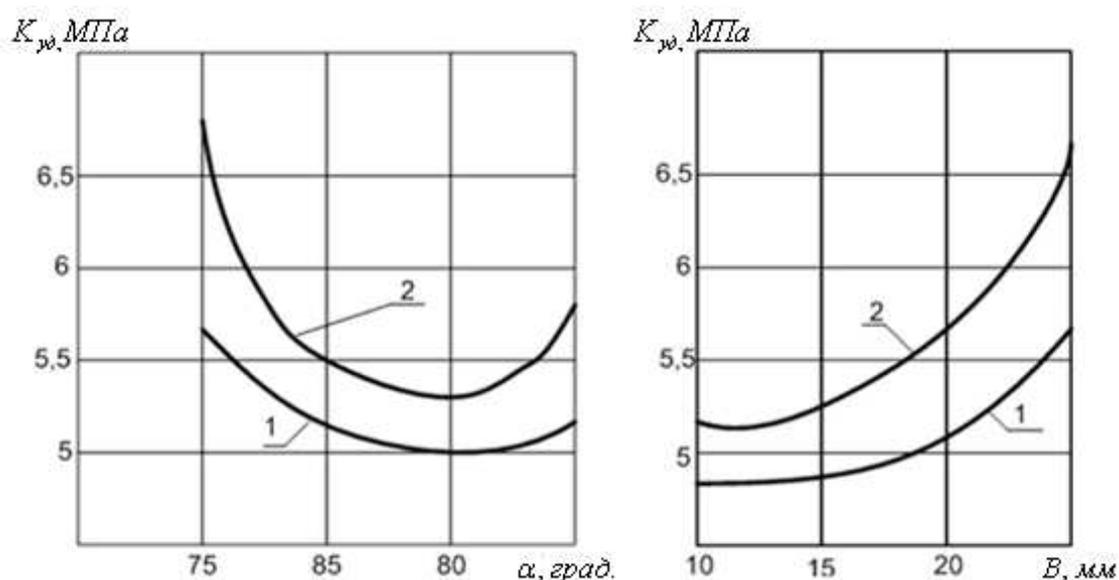


Рис.1 Зависимость удельного напряжения на режущем элементе от угла резания и ширины режущего элемента; 1- $v=5$ м/мин; 2- $v=10$ м/мин.

Снижение значения угла резания вызывает повышение поперечной площади режущего элемента, находящегося в контакте с материалом асфальтобетонного покрытия, а это вызывает повышение значений силы трения между материалом покрытий и режущего элемента. Резание разогретого асфальтобетонного покрытия, при значения угла резания $\alpha=85^{\circ}$, разрушение осуществляется за счет сдвига каменных минеральных зерен от пути следования режущего элемента и вдавления этих минеральных зерен в боковые направления от режущего элемента массива среды. Влияние изменения значения угла резания на показатель удельного напряжения носит более резкий характер при больших скоростях резания.

Результаты экспериментальных исследований процессов резания разогретых асфальтобетонных

покрытий в широком диапазоне скорости резания и температуры среды, определили зависимость изменения удельного напряжения на режущем элементе в различных условиях резания. рис.2 рис.3

Анализ зависимости удельного сопротивления напряжения на режущем элементе в процессе резания асфальтобетонного покрытия от температуры материала показывает, что с повышением температуры среды удельное напряжение уменьшается, но характер уменьшения при различных скоростях резания не одинаков. При скоростях резания $V=5-10$ м/мин. значение удельного напряжения на режущем элементе резко снижается, а при скоростях резания $V=40-50$ м/мин. значение удельного напряжения, с повышением температуры среды, уменьшается незначительно. Представляя данную зависимость в виде $K_{уд} = f(v)$ на различных уровнях температуры среды, получаем наглядную картину изменения

удельного напряжения на режущем элементе в зависимости от скорости резания.

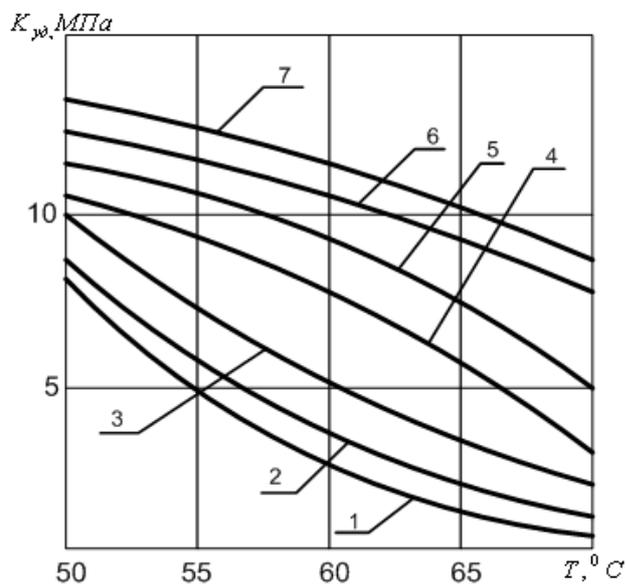


Рис.2 зависимость удельного напряжения на режущем элементе от температуры среды покрытия.

1- $V=5$ м/мин;2- $V=10$ м/мин;
3- $V=15$ м/мин;4- $V=20$ м/мин;
5- $V=30$ м/мин;6- $V=40$ м/мин;
7- $=50$ м/мин.

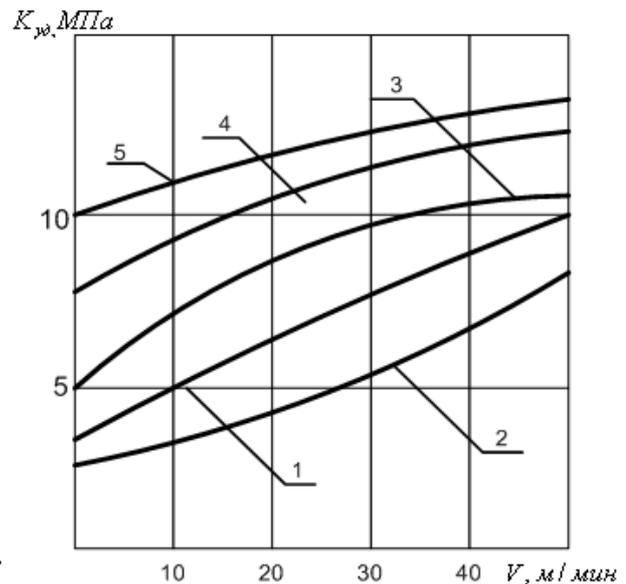


Рис.3 зависимость удельного напряжения на режущем элементе от скорости резания.

1- $T=50^{\circ}\text{C}$; 2- $T=55^{\circ}\text{C}$; 3- $T=60^{\circ}\text{C}$;
4- $T=65^{\circ}\text{C}$; 5- $T=70^{\circ}\text{C}$.

Данная зависимость показывает, что влияние скорости резания на удельное напряжение, с понижением температуры среды постепенно уменьшается и при $T=50^{\circ}\text{C}$, с повышением скорости резания от 5 до 50 м/мин, значение удельного напряжения на режущем элементе меняется сравнительно незначительно.

В процессе взаимодействия режущего элемента с разогретой вязко-пластической асфальтобетонной средой на малых скоростях резания обеспечивается условие, когда минеральные зерна расталкиваются режущими элементами, внедряются в прилегающий к зоне, массив среды. Так как зерна

находятся в пространстве несжимаемого вязкого битума, то внедрение осуществляется за счет сдвига соседних каменистых включений

Сдвиг минерального остова асфальтобетонной среды вызывает уменьшение значения внутреннего сцепления материала в зоне его прилегания к боковым сторонам режущего элемента, приводит к разуплотнению и к частичному разрушению материала покрытий.

Проявление асфальтобетонных свойств упругого или вязко пластичного тела зависит от соотношения между временем действия нагрузки и временем релаксаций напряжения [109]. Поэтому, когда скорость резания становится равной или большей скорости относительной деформации материала, который в свою очередь, характеризуется коэффициентами вязкости и вязкой податливости, несмотря на то, что он находится в разогретом состоянии, асфальтобетон начинает проявлять упругие свойства. В месте внедрения минеральных зерен в массив возникает сопротивление местному смятию среды, прилагаемой к режущему элементу и разрушение среды осуществляется раскалыванием минеральных зерен. При повышении скорости резания $V=20-25$ м/мин, даже при высоких значениях температурной среды ($T=60-65^{\circ}\text{C}$) начинают проявляться раковины скола. Разуплотнение и сдвиг прилегающей к режущему элементу части массива среды уменьшается, возрастает сопротивление смятию. В условиях скорости резания $V=40-50$ м/мин, раскалывание минеральных зерен принимает интенсивный характер. В таких условиях характер процесса резания в месте с другими показателями зависит от физико-механических свойств минеральных зерен.

Результаты полнофакторного экспериментального исследования были представлены с помощью регрессивной зависимости. В данном случае при определении интервала скорости резания учитывались реальные условия эксплуатации машины при поверхностном разрушении асфальтобетонных покрытий. Основываясь на априорную информацию, принято решение описывать рассматриваемую зависимость математическую модель второго порядка (1)

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{12} X_2^2 + B_{12} X_1 X_2 \quad (1)$$

Одним из основных результатов экспериментальных исследований является возможность определения преимущества того или иного вида рабочего органа при поверхностном разрушении разогретых асфальтобетонных покрытий. Для наглядности и удобства сравнения обработка результатов измерений параметров осуществлялась в зависимости от удельного напряжения на режущем элементе.

$$K_{y\partial} = \frac{P_m}{F_n} \quad (2)$$

Где: $K_{y\partial}$ -удельное напряжение на режущих элементах рабочего органа;

P_m -тангенциальная составляющая силы сопротивления резанию;

S_n -площадь поперечного сечения режущих элементов рабочих органов находящаяся в контакте с асфальтобетонным покрытием.

Общая сила сопротивления резанию зависит от числа режущих элементов, находящихся в одновременном контакте с покрытием:

$$n_k = k^1 n_o \quad (3)$$

Где: n_o -общее число режущих элементов на фрезерном барабане;

$$n_o = k_n Z \quad (4)$$

Где: k_n -число линий резания на фрезерном барабане;

Z -число режущих элементов на линии резания.

$$k_n = \frac{B}{(1,3 - 1,5)b}, \quad (5)$$

Где: B -ширина рабочего органа, м:

b -ширина режущего элемента, м.

k^1 -соотношения угла контакта одного режущего элемента с дорожным покрытием;

$$k^1 = \frac{\Psi}{360} \quad (6)$$

Угол контакта режущего элемента с дорожным покрытием определяется из соотношения:

$$\Psi = \arccos(1 - \frac{2h}{D_\phi}) \quad (7)$$

Где: h -глубина разрушения покрытия, м;

D_ϕ -диаметр фрезерного барабана, м.

Необходимая скорость вращения фрезерного барабана, м:

$$V_s = \frac{V_n \sin \Psi \pi D_\phi}{a_z Z 1000}, \text{ м/мин.} \quad (9)$$

Где: V_n -скорость подачи рабочего органа, мм/мин;

a_z -толщина срезаемого слоя, м;

Z -число режущих элементов на линии резания.

Тангенциальная составляющая силы сопротивления резанию в процессе фрезерования асфальтобетонного покрытия равна;

$$P_T = K_1 \tau F_n + K_p B D_c \tau_{раск} tg \varphi, \text{ кН,} \quad (10)$$

Пластическая деформация материала

$$\tau = P_o tg \varphi + C_o \quad (11)$$

Где: P_o -нормальное давление, разрушенной части материала на соответствующей занимаемой площади покрытия. $P_o = (0,00012 - 0,00026) MПа$

C_o -внутреннее сцепление асфальтобетонного материала. При температуре $T=50-70^0C$

$$C_o = (0,10 - 0,18) MПа$$

φ =угол внутреннего трения материала.

Значение эмпирических коэффициентов $K_1 K_p$ и параметра $\tau_{раск}$ определено экспериментально и приведено в таблице.

Таблица Расчетные данные для определения силы резания и раскалывания минеральных зерен

№	Тип асфальтобетона	K_1	K_p	D_c мм	$\tau_{раск}$ МПа
1	Песчаный	0,61	0,013	4,9	1,5-10
2	Мелкозернистый	0,70	0,11	10,5	1,5-8,5
3	Среднезернистый	0,78	0,15	12,7	1,5-9

Выводы

В Статье представлены конкретные результаты исследования процессов разрушения асфальтобетонных покрытий;

-зависимость удельного напряжения на режущем элементе от угла резания и ширины режущего элемента;

- зависимость удельного напряжения на режущем элементе от температуры среды покрытия;

- зависимость удельного напряжения на режущем элементе от скорости резания.

Результаты исследования были получены с учетом меняющейся скорости резания в широком диапазоне ее значения.

Приведенные конкретные условия, влияющие на процесс резания покрытий и степень воздействия этих условий на рабочие режимы резания, с достижением основных целей исследования, определения эффективных режимов резания поверхности автомобильных дорог.

Представленные математические зависимости:

-для расчета геометрических параметров с целью определения удельного напряжения на режущих элементах рабочего органа:

- определение оптимальной скорости резания:

-определение тангенциальной составляющей силы сопротивления резанию в процессе фрезерования асфальтобетонного покрытия.

Приведены конкретные расчетные данные для определения силы резания и раскалывания минеральных зерен.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Бирулия А.К. ,Махович С.И. Работоспособность дорожных одежд. Москва, Транспорт. 1986 -172 с.
2. Бахрах Г.С. , Горлина Г. С. Регенерация асфальтобетонных слоев дорожных одежд. Москва, ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1981. – Выпб.-65 с.
- 3.Гиеоев К.А., Мелик-Богдасаров С.М., Феинберг Э.С. Регенерация асфальтобетона. Москва, Автомобильные дороги. 1976. №7. с. 17-19.
- 4.Давитнидзе И.И.Шухман В.Д. Машины и оборудование для ремонта асфальтобетонных покрытий с повторным использованием материалов ремонтируемого покрытия. Москва, ЦНИИЕЭстроймаш, 1987– 42 с.
5. Слободчиков Ю.В. Условия эксплуатации и надежность работы автомобильных дорог. Москва, Транспорт, 1987-128 с.

Резюме

В статье обоснована необходимость определения эффективных методов и конкретных рабочих режимов машин для регенерации асфальтобетонных покрытий. Рассмотрены и проанализированы результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов резания асфальтобетонных покрытий. Определен характер влияния основных определяющих факторов на процесс резания материала покрытий. Приведены обоснования конкретных геометрических характеристик режущих элементов, и значения таких показателей, как оптимальная температура разогрева и скорость резания асфальтобетонных покрытий, полученных на основе анализа конкретных экспериментальных исследований. Приведены конкретные математические зависимости для определения рабочих параметров рабочих органов машин для ремонта покрытия, Приведена зависимость расчета напряжения приведенного на режущий элемент рабочего органа машин. Приведены конкретные значения основных расчетных параметров показателей, обуславливающих нагрузку на рабочие органы машин при разрушении асфальтобетонного материала, при ремонте покрытий автомобильных дорог.

Summary

There is substantiated in a given article the necessity of determination of effective methods and concrete operating regimes for machines intended for asphalt-concrete pavements regeneration. There are considered and analyzed the results of theoretical and experimental investigations of asphalt-concrete pavements cutting processes. There is defined the nature of basic defining factors influence on cutting process of paving materials. There are given substantiations of concrete geometrical properties of the cutting elements and values of indices such as warming-up optimal temperature and speed of cutting of asphalt-concrete pavements, obtained on the base of analysis of the concrete experimental investigations. There given concrete mathematical dependences for determination of operating regimes of machines repairing the road pavements. There is given the dependence of stress value calculation directed to the cutting element of the machine's operating unit. There are given concrete values of basic calculating parameters conditioning the loads on the machine's operating units with destruction of asphalt-concrete material during repairing the road pavements.

reziume

stataSi dasabuTebulia asfaltbetonis safaris regeneraciis manqanebis, muSa organoebis konkretuli samuSao reJimebis SerCevis efeturi meTodebis gansazRvris aucilebloba. ganxiluli da gaanalizirebulia asfaltbetonis safaris Wris procesis Teoriuli da eqsperimentaluri kvlevis Sedegebi. gansazRvruilia safaris masalis da Wris processze ZiriTadi ganmsazRvrelis faqtorebis zemoqmedebis xasiaTi. Warmodgenilia mWreli elementebis konkretuli konkretuli geometriuli maxasiaTeblebis dasabuTeba maxasiaTeblebis dasabuTeba da iseTi maCvenebis mniSvnelobebi rogoricaa asfaltbetonis safaris gaxurebis temperatura da Wris siCqare, romlebic konkretuli eqsperimentaluri kvlevis Sedegebis analizis safuZvelzea miRebuli. Mmoyvanilia gzis safaris remontis manqanebis muSa organoze mosuli datvirTvis saangariSo maTematikuri damokidebuleba. moyvanilia asfaltbetonis safaris remontis manqanebis muSa organoze mosuli datvirTvebis angariSisTvis saWiro eqsperimentis safuZvelze miRebuli saangariSo parametrebis konkretuli monacemebi.