



## Анализ методов разогрева агломератов «старого» асфальтобетона и описание струйного способа

*А.И. Зайцев, А.Е. Лебедев, Н.В. Бадаева, М.Н. Романова*

*Ярославский государственный технический университет, Ярославль*

**Аннотация:** Проведен анализ существующих методов разогрева «старого» асфальта применительно к его дальнейшему использованию. Установлено, что известные методы термического измельчения являются энергозатратными, что ограничивает их использование в промышленности. Предложен новый метод термической регенерации на основе струйного воздействия теплоносителя с последующей его классификацией частиц.

**Ключевые слова:** асфальт, измельчение, нагрев, классификация, агломерат, устройство, анализ, метод, струя, теплоноситель, воздух.

Проблемы регенерации асфальтобетона для последующего использования рассматривались как в нашей стране, так и за рубежом десятилетиями (в России-с 70-80 лет прошлого столетия). Различным аспектам теории и практики переработки «старого» асфальтобетона посвящены многочисленные обзорные статьи и монографии, докторские, кандидатские диссертации, большое количество патентов РФ [1-5]. Наиболее цельной, в теоретическом и практическом плане является, на наш взгляд, докторская диссертация Лупанова А. П. [1], являющаяся обобщением различных аспектов измельчения гранулята и особенностей его дальнейшего конкретного использования в производстве нового асфальтобетона, влиянию гранулята на свойства асфальтобетона. Большое внимание уделено моделированию процессов дробления и измельчения кусков «старого» асфальтобетона, а также экономической эффективности процессов переработки. Гранулят является комплексным, неоднородным материалом, обладающим частично пластическими свойствами, имеющими достаточно прочные связи между отдельными составляющими (щебень, песок, битум, минеральный порошок) [6-7].

---



Большинство известных работ предполагает использование в процессах разрушения агломератов дробилок различного типа щековых, конусных, вальцовых, а также дробилок ударного действия, барабанных мельниц и др. При этом, разрушение осуществляется раздавливанием, раскалыванием, изломом, срезом, истиранием и ударом. Во всех этих известных типах устройств имеет место непосредственное механическое взаимодействие повергаемого разрушению материала с рабочими органами измельчителей.

Анализ экономической эффективности этих процессов показывает, что они являются энергозатратными, о чем свидетельствуют многочисленные литературные источники, например [1-10].

Целью настоящей работы является, во-первых, представление подробного анализа известных тепловых методов разогрева асфальта применительно к дальнейшему использованию «старого» асфальтобетона и, во-вторых, предложить и дать описание тепловой регенерации на основе использования струй нагретого воздуха.

Во всех случаях нагрев необходимо проводить так, чтобы исключить вредное воздействие процесса нагрева на свойства содержащегося в «старом» асфальтобетоне битума, а именно: температура не должна быть выше требуемой, а разогрев иметь наименьшую продолжительность с целью исключения «выжигание» битума.

Существующие устройства для разогрева по типу теплопередачи можно разделить на конвекционные (передача теплоты при контакте с открытым огнем) и радиационные.

Главным недостатком конвекционных устройств нагрева является длительность разогрева, вызванная наличием термосопротивления погранслоя лучистому потоку тепла. Формируемая такими устройствами плотность потока у поверхности обрабатываемого слоя находится в пределах 40-46,5 кВт/кв.м.

---

Учитывая затраты на утилизацию старого асфальта, представленная технология инфракрасного прогрева асфальта становится все более и более привлекательным альтернативным способом получения частиц гранулята. Инфракрасные лучи имеют способность «производить тепло глубоко внутри предмета». По этой причине при регенерации асфальта происходит глубокий нагрев без вскипания, отслаивания и разделения битума от заполнителя. Таким образом, процесс выполнения инфракрасного нагрева не изменяет собственных характеристик асфальтобетона.

Основой оборудования для инфракрасной регенерации (нагрева) асфальта является инфракрасный газовый нагреватель. Устройство инфракрасной регенерации подогревает существующий асфальт до температуры 150-180<sup>0</sup>С.

При работе нагревателей с инфракрасным излучением лучистая энергия улавливается как поверхностью, так и глубинными слоями дорожного полотна. Наибольшее количество тепла поглощается в случае длин волн от 2,5 до 2,7 мкм.

Нагреватели инфракрасного типа подразделяются на газотопливные и электрические. Первые имеют простую конструкцию и удобство обслуживания, а также позволяют регулировать мощность излучения.

Электрические нагреватели имеют большой ресурс, на их работу практически не оказывает влияние ветер и низкие температуры.

Однако, данный тип нагревателей имеет существенный недостаток - поверхностный характер нагрева. Это приводит к увеличению времени работы, снижает возможность интенсификации нагрева.

В случае СВЧ разогрева тепло поступает в виде электромагнитной энергии, которая способна проникать глубину материала. При использовании данных нагревателей исключается перегрев поверхности асфальта, разрушение битумного связующего.

---

СВЧ-установка способна равномерно прогреть асфальтобетон до необходимой температуры 65-82<sup>0</sup>С.

Однако асфальтовые покрытия состоят из набора компонентов, которые не одинаково поглощают электромагнитную энергию. К таким компонентам относится битум и кварцевый песок. В отличие от вышеперечисленных материалов в состав асфальта входят вулканическое стекло и щебень, которые имеют высокую степень поглощения. По этой причине при прогреве необходимо учитывать состав асфальтобетонной смеси.

Основными достоинствами СВЧ-разогревателей являются :

- тепловая безынерционность и высокий КПД;
- селективность нагрева многокомпонентных смесей;
- высокое качество и чистота прогрева.

Методы нагрева, использующие передачу тепла от более горячих внешних поверхностей в толщу материала приводят к значительным локальным перегревам и приводят к термической деструкции связующего (порче асфальтобетона).

Выполненные исследования, базирующиеся на новейших научных результатах, в том числе на теории искусственных строительных конгломератов (ИСК), разработанной И.А. Рыбьевым, позволили создать эффективную технологию переработки асфальта предполагающей нагрев покрытия в высокочастотном электрическом поле.

Данный тип нагрева [6] оказался наиболее результативным, так как в этом случае тепло создается непосредственно в асфальтобетонном покрытии. Молекулярная природа данного метода, обуславливающая образование в разогреваемом материале внутренних нагретых источников, приводит к образованию равномерного температурного поля.

Известен метод разогрева асфальта с использованием микроволн [5].

---

таким образом, из анализа известных методов разогрева «старого» асфальтобетона следует:

1. Как правило, приведенные в обзоре способы предназначены для разогрева непосредственно на дорожных массивах с последующим использованием для ремонта на месте. В тоже время известны и методы теплового воздействия для регенерации асфальтобетона.

2. Известные способы, в основном, предполагают наличие специального дорогостоящего оборудования и приборов.

3. Описанные и проанализированные известные методы не предполагают дальнейшего механического разделения на фракции, т. е. предназначены лишь для разогрева асфальтобетона.

Проанализировав недостатки известных методов было предложено проводить процесс термического разрушения путем нагрева гранулята горячим воздухом непосредственно в камере измельчения с низкосиловым механическим воздействием и одновременной классификацией полученных частиц. Ввиду того, что в качестве теплоносителя предлагается использовать нагретый воздух, имеющий низкую теплоемкость, процесс разрушения материала будет проходить более эффективно, с пониженными затратами энергии.

На рис. 1 представлена условная схема последовательности тепловой переработки гранулята и классификации частиц с использованием воздействия струи нагретого воздуха.



Рис.1- Условная схема тепловой переработки гранулята

Предложенный метод тепловой переработки агломератов «старого» асфальтобетона позволит при сравнительно невысоких затратах энергии осуществлять их разрушение с последующей классификацией полученных частиц по размерам.

### Литература

1. Лупанов А.П. Совершенствование, научное обоснование и промышленное освоение технологического процесса производства асфальтобетонных смесей с использованием «старого» асфальтобетона: дис. ...докт. техн. наук: 05.17.08. Ярославль, 2010. 338 с.
- 2.Бахрах Г.С. Регенерация покрытий дорожных одежд нежесткого типа // Наука и техника в дорожной отрасли. 1998, № 3. с. 18-21.
- 3.Алиев А.М. Основы регенерации асфальтобетона: дисс. ... докт. тех. наук: 05.17.08. Баку, 1982. 268с.

4. Арабов Р.Б. Определение рациональных параметров барабанного разогревателя для регенерации «старого» асфальтобетона: автореферат ...дис. канд. техн. наук: 05.17.08. М., 1988, 19 с.

5. Патент РФ №2317273, С04В26/26, Способ регенерации асфальтобетона. Лупанов А.П., Котлярова Н.Б., Балашов С.Ф., опубл 20.02.2008.

6.Верлока И.И., Капранова А.Б., Лебедев А.Е. Современные гравитационные устройства непрерывного действия для смешивания сыпучих компонентов // Инженерный вестник Дона, 2014, № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2599 .

7. Лебедев А.Е., Зайцев А.И., Петров А.А. Метод оценки коэффициента неоднородности смесей сыпучих сред // Инженерный вестник Дона, 2014, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2556.

8. Kapranova A.B., Zaytsev A.I., Lebedev A.E. Estimation of the layer thickness of the bulk material by its “falling down” the curvilinear blade of the centrifugal breaker // Czasopismo techniczne. Mechanika, Krakov, Poland, 2012, V6, №109, pp.183-188.

9.Bolk H.J., Breek asfaltcement als funsercugs material // Wegen, 1980, V. 54, № 7, pp. 201-213.

10. Lowrison, G. C. Crushing and grinding. London: 1974. 234 p.

### References

1. Lupanov A.P. Sovershenstvovanie, nauchnoe obosnovanie i promyshlennoe osvoenie tehnologicheskogo processa proizvodstva asfaltobetonnyh smesey s ispilzovaniem starogo asfaltobetona: diss. ...doct. tech. nauk [Perfection, scientific study and industrial development of the process of

---



production of asphalt mixes using the "old" asphalt concrete]: 05.17.08. Yaroslavl, 2010. 338 p.

2. Bahrah G.S. Nauka I tehnika v dorozhnoj otrasli. 1998, № 3. pp. 18-21.

3. Aliev A.M. Osnovy regeneratsii asfaltobetona [Basics regeneration of asphalt concrete]: diss. ... doct. tech .nauk: 05.17.08. Baku, 1982. 268p.

4. Arabov R.B. Opredelenie racionalnyh parametrov barabannogo razogrevatelya dlya regeneratsii starogo asfaltobetona [Determination of rational parameters of drum heaters for regeneration of the "old" asphalt concrete]: autoreferat ...diss. kand. tech. nauk: 05.17.08. M., 1988, 19 p.

5. Patent RF №2317273, C04B26/26, Lupanov A.P. Kotlyarova N.B.Balashov S.F,20.02. 2008.

6.Verloka I.I., Kapranova A.B., Lebedev A.E. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2599](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2599) .

7. Lebedev A.E., Zaytsev A.I., Petrov A.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №3 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2556](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2556).

8. Kapranova A.B., Zaytsev A.I., Lebedev A.E. Czasopismo techniczne. Mechanika, Krakov, Poland, 2012, V6, №109, pp.183-188.

9. Bolk H.J., Breek asfaltcement als funsercugs material. Wegen, 1980, V. 54, № 7, pp. 201-213.

10. Lowrison, G. C. Crushing and grinding. London: 1974. 234 p.