

УДК 691.162

## **АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Сергей Николаевич Шабает, к.т.н., доцент

Сергей Александрович Иванов, ст. преподаватель

“Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева”  
г. Кемерово

Проблема качества автомобильных дорог общего пользования издавна волнует не одно десятилетие. С каждым разом совершенствуются методики расчета дорожных одежд, повышаются качества используемых материалов в дорожном строительстве, а также технология устройства.

Помимо всего прочего в последнее время остро стоит вопрос о вторичной переработке продуктов промышленности и использовании в различных сферах экономики. Так для повышения качества асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с 60-х годов прошлого столетия активно используют в качестве модификатора битума резиновую крошку, полученную путем измельчения использованных автомобильных покрышек и различных резино-технических изделий.

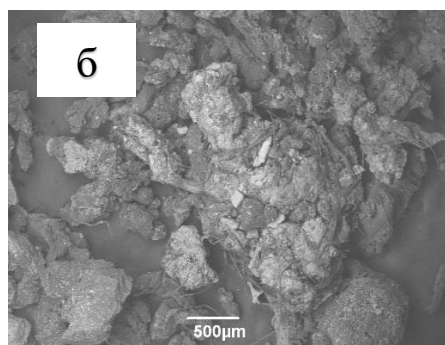
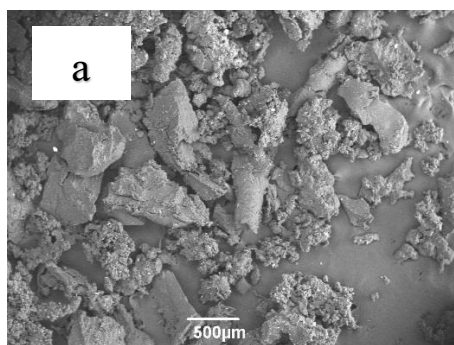
Большинство авторов [1-6] сходятся во мнении, что данный модификатор является перспективным материалом с точки зрения усовершенствования органических вяжущих применяемых для дорожного строительства, особенно по условиям усовершенствования методик проектирования и использования материалов по технологии SuperPave.

Так как основополагающим модификатором является резиновая крошка, то следует оценить какого рода деформацию она претерпевает после совмещения последней с битумом в процессе его модификации.

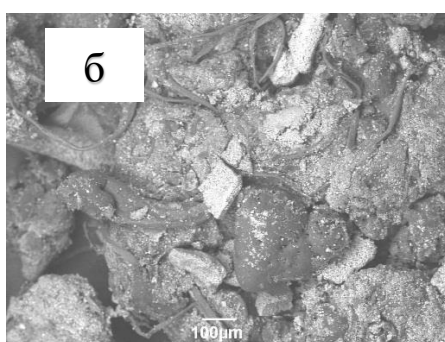
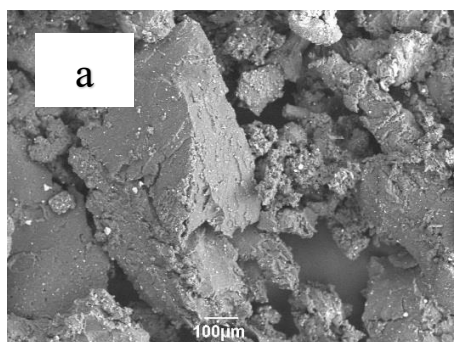
Для этого были получены снимки высокой четкости (рисунки 1-5) с помощью микроскопа Jeol JSM-6390 LA поверхности резиновой крошки до и после модификации.

Таким образом на рисунке 1 заметно, что резиновая крошка уменьшилась в объеме, а разрозненные частицы слиплись между собой под воздействием высокой температуры и продолжительном времени механического смешивания битума и резиновой крошки.

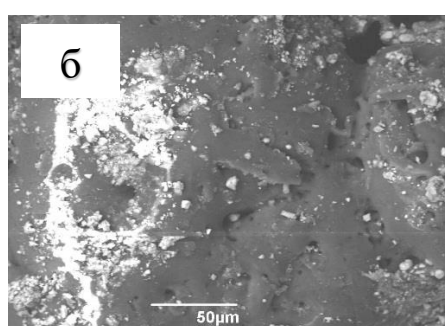
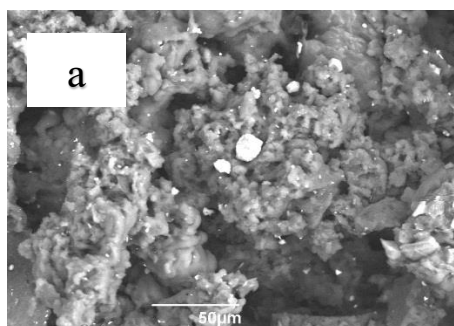
При 100х кратном увеличении можно заметить, что между частицами резиновой крошки появились так называемые жгутики, которые вероятнее всего влияют на эластичность резинобитумного вяжущего, что подтверждается авторами многочисленных исследований. Поскольку сам битум практически не имеет эластичности.



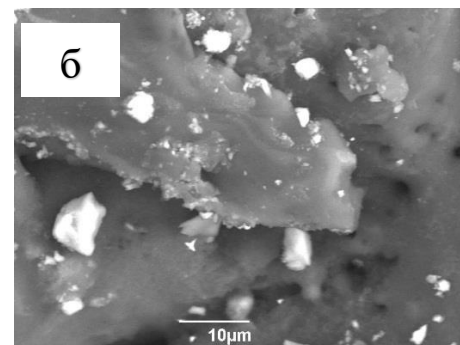
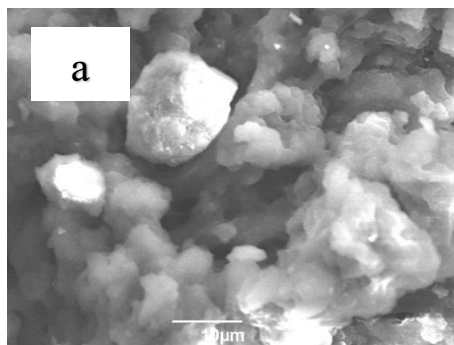
а – до термомеханической обработки, б – после термомеханической обработки  
Рисунок 1 – Резиновая крошка при 30х кратном увеличении



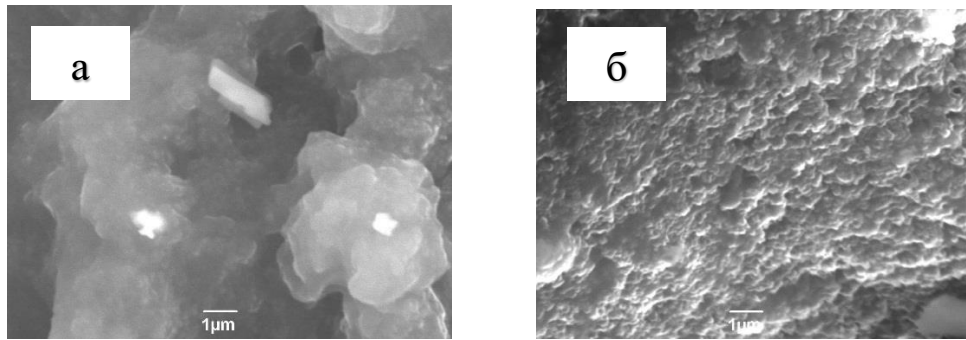
а – до термомеханической обработки, б – после термомеханической обработки  
Рисунок 2 – Резиновая крошка при 100х кратном увеличении



а – до термомеханической обработки, б – после термомеханической обработки  
Рисунок 3 – Резиновая крошки при 500х кратном увеличении



а – до термомеханической обработки, б – после термомеханической обработки  
Рисунок 4 – Резиновая крошка при 2000х кратном увеличении



а – до термомеханической обработки, б – после термомеханической обработки  
Рисунок 5 – Резиновая крошка при 10000х кратном увеличении

На рисунке 5 (при максимальном увеличении) можно увидеть, что поверхность резиновой крошки претерпела значительные изменения после термомеханической обработки.

Можно предположить, что данного рода выпуклости способствуют образованию на поверхности резиновой крошки развитой удельной поверхности, что в свою очередь гарантирует последней более тесное контактирование с битумом. Известно, что развитая удельная поверхность способствует более лучшему взаимодействию разрозненных компонентов и улучшенной взаимной диффузии.

Таким образом, резиновая крошка после термомеханической обработки значительно изменила свое внешнее состояние, которое повлияло прежде всего на повышенную температурную устойчивость битумного вяжущего, его эластичность, а также более пониженную температуру хрупкости.

### Список литературы

1. Shakir S., Jorge P., Manuel M., Asphalt Rubber Interlayer Benefits in Minimizing Reflective Cracking of Overlays over Rigid Pavements // [7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements](#). – 2012. Vol. 4. – P. 1157-1167.
2. Tao M., Yongli Z., Xiaoming H., Yao Z., Characteristics of desulfurized rubber asphalt and mixture // *KSCE Journal of Civil Engineering*. – 2016. Vol. 20. – P. 1347-1355.
3. Hicks R.G., Cheng D., Duffy T., Evaluation of Terminal Blend Rubberized Asphalt in Paving Applications // *Clifornia Pavement Preservation Center*. – 2010.
4. Zhu H., Liu C., Tom K., Norasit T., Crumb rubber blends in noise absorption study // *Materials and Structures*. – 2008. Vol. 41. – P. 383-390.
5. Juan G., Ana A., Felice G., Black curves and creep behaviour of crumb rubber modified binders containing warm mix asphalt additives // *Mechanics of Time-Dependent Materials*. – 2016. Vol. 20. – P. 389-403.

6. Khristoforova A.A., Sokolova M.D., Filippov S.E., Zarovnyaev B.N., Davydova M.L. Rubber-modified bitumen materials for open-pit enterprises //International Polymer Science and Technology, 2015, Vol. 42, Issue 9, pp. 27-29.
7. Khristoforova A.A., Sokolova M.D., Zarovnyaev B.N., Akishev A.N. Prospects for modified bitumen in construction of semi-steep pit roads // Gornyi Zhurnal (Mining Journal) – 2016. – Issue 3. – Pp. 47-49.