

СТРОИТЕЛЬСТВО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 625.855

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НА УСТОЙЧИВОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши

Хошиминский университет транспорта (г. Хошимин, Вьетнам)

Данангский политехнический институт (г. Дананг, Вьетнам)

Согласно приказу 858/QĐ-BGTVT Министерства транспорта Вьетнама от 26 марта 2014 г., одним из основных направлений повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог к накоплению остаточных деформаций является использование зернового состава минеральной части с большим содержанием щебня. Однако в нем не приведена оценка влияния процентного содержания щебня на деформативную устойчивость асфальтобетона. Кроме того, во Вьетнаме до настоящего момента такие исследования еще не проведены. Поэтому задача исследования влияния структуры минерального состава на деформативную устойчивость асфальтобетона является актуальной.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния структуры минерального состава на деформативную устойчивость асфальтобетонов ВТНС 9.5, ВТНС 12.5 и ВТНС 19. Результаты исследований позволяют делать вывод о существенном влиянии процентного содержания щебня крупных фракций на деформативную устойчивость асфальтобетона. При увеличении содержания щебня крупных фракций устойчивость асфальтобетона по Маршаллу повышается, а пластичность снижается. Установлено, что применение зернового состава минеральной части с большим содержанием щебня повышает устойчивость асфальтобетона к накоплению остаточных деформаций. У образцов асфальтобетона ВТНС 19 при содержании 57 % щебня глубина колеи после 15 000 проходов нагружения на 30,43 % больше, чем у образцов с содержанием 64 % щебня.

Ключевые слова: асфальтобетон, устойчивость, пластичность, колеобразование, структура минерального состава.

THE STUDY OF INFLUENCE OF MINERAL STRUCTURE ON STABILITY AND FLOW OF ASPHALT CONCRETE

Nguyen Van Long, Nguyen Duc Sy

Ho Chi Minh City University of Transport (Ho Chi Minh city, Viet Nam)

Danang University Science and Technology (Danang city, Viet Nam)

According to Decision No. 858/QĐ-BGTVT March 26th, 2014 of The Ministry of Transport of Vietnam, one of the basic measures to increase the stability of asphalt concrete pavement of accumulation of remaining residual deformation used granularity of mineral with high large-grained content. However, the decree does not give the granularity estimate affecting the deformed resistance of asphalt concrete. In addition, this researching application hasn't been made in Vietnam. Therefore, it is very important to research influence of mineral granularity to the deformation of asphalt concrete.

This paper presents the results of experimental studies on influence of aggregate on the stability of AC C9.5, AC C12.5 and AC C19. The researching results permit to conclude the coarse grain rate affect great to deformed resistance of asphalt concrete. By increasing coarse grain composition which has high Marshall stability then the stability of asphalt concrete increases and subsidence reduces. AC sample C19 with 57 % coarse grain content has subsidence of footprint after 15 000 loaded times is more 30,43 % than one with 64 % coarse grain content.

Keywords: asphalt concrete, stability, flow, rutting, mineral structure.

Асфальтобетон является самым широко распространенным материалом, используемым для дорожного покрытия. В предыдущих своих работах [1–6] авторы отмечали, что основной задачей в дорожном строительстве является повышение долговечности и качества эксплуатации асфальтобетонных покрытий.

Практика дорожного строительства показывает, что деформативная устойчивость асфальтобетона может быть улучшена в ходе реализации следующих мероприятий [4, 7–14]:

- применение модифицированных битумов [8–11, 15];
- введение армирующих волокон в состав асфальтобетонной смеси [14, 16–20];

- проектирование оптимального зернового состава минеральной части асфальтобетонной смеси в соответствии с целью использования [11, 13].

В работе [4] авторами приведены результаты лабораторного исследования работоспособности асфальтобетона, модифицированного адгезионной добавкой Wetfix BE. Данные исследования свидетельствуют о том, что введение в битум адгезионной добавки Wetfix BE улучшает его сцепление с каменными материалами, повышает устойчивость по методу Маршалла и уменьшает глубину колеи асфальтобетона, что приводит к повышению деформативной устойчивости асфальтобетонных покрытий при высоких температурах. Однако внедрение адгезионных добавок

во Вьетнаме сдерживается из-за отсутствия нормативных документов.

С целью повышения качества проектирования и строительства автомобильных дорог министерством транспорта Вьетнама утвержден приказ 858/QĐ-BGTVT от 26 марта 2014 г. Согласно этому приказу, одним из основных направлений решения проблемы колееобразования на покрытии автомобильных дорог является использование зернового состава минеральной части с повышенным содержанием крупных фракций щебня. Однако в нем не приведена оценка влияния гранулометрического состава на деформативную устойчивость асфальтобетона. Кроме того, во Вьетнаме до настоящего момента такие исследования не проводились. Поэтому авторами осуществлены лабораторные исследования влияния структуры минерального состава на устойчивость и пластичность асфальтобетона, на основе которых выявлен оптимальный зерновой состав для улучшения его деформативной устойчивости.

В данной статье приведены результаты исследования влияния процентного содержания

щебня на устойчивость асфальтобетона BTNC 19 к накоплению остаточных деформаций, а также на устойчивость и пластичность BTNC 9.5, BTNC 12.5 и BTNC 19 с различным содержанием щебня.

Экспериментальные исследования были проведены в лаборатории LAS XD 711 компании «Чьонг Шон» и лаборатории компании BMT (г. Хошимин). Для приготовления асфальтобетонных смесей были использованы следующие материалы: щебень из карьера Тан Дон Хиеп в соответствии с требованиями TCVN 8819-2011; песок из песчаного карьера Фу Тхинь провинции Донг Най в соответствии с требованиями TCVN 8819-2011; минеральный порошок Holcim, соответствующий требованиям TCVN 8819-2011; битум Petrolimex 60/70, соответствующий требованиям TCVN 7493-2005.

Зерновые составы асфальтобетонных смесей были подобраны по методу Маршалла в соответствии с требованиями TCVN 8820-2011. Гранулометрические составы асфальтобетонных смесей с различным содержанием щебня приведены на рис. 1–3.

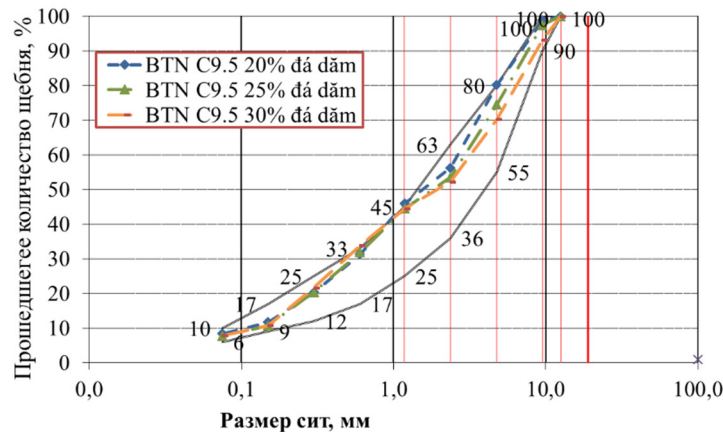


Рис. 1. Гранулометрические составы BTNC 9.5 с различным содержанием щебня

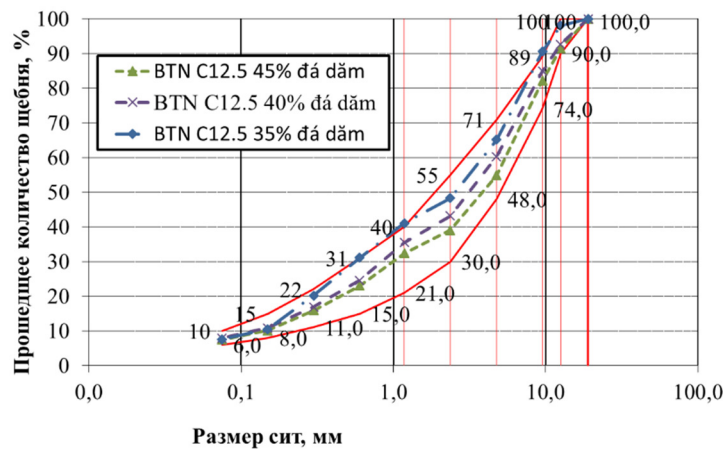


Рис. 2. Гранулометрические составы BTNC 12.5 с различным содержанием щебня

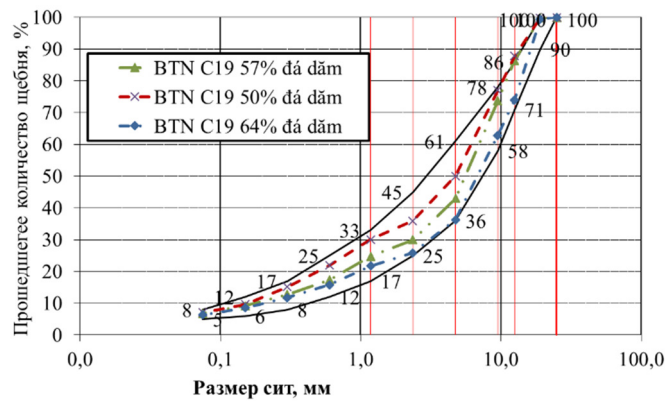


Рис. 3. Гранулометрические составы BTNC 19 с различным содержанием щебня

Для исследования влияния структуры минерального состава на устойчивость и пластичность асфальтобетона были приготовлены образцы – цилиндры. Образцы асфальтобетона после изготовления выдерживали на воздухе не менее 12 часов. Затем образцы помещали для термостатирования в воду на 40 ± 5 мин. с заданной температурой 60 ± 1 °С. При испытании образцы асфальтобетона помещались между зажимами и нагружались со скоростью деформирования 50 мм/мин до момента, когда нагрузка, достигнув максимального значения, начнет уменьшаться.

Под устойчивостью асфальтобетона по Маршаллу понимают максимальное значение нагрузки, которое воспринимают образцы до разрушения. Одновременно с этим измерялось вертикальное перемещение верхнего зажима относительно нижнего, называемое пластичностью по Маршаллу. Испытание по Маршаллу должно занимать не более 60 с от момента извлечения образца из водяной бани до момента достижения максимальной нагрузки [5].

Таблица 1

Устойчивость и пластичность асфальтобетонов с различным содержанием щебня

Тип асфальтобетона	Устойчивость	Пластичность	Ост. устойчивости
BTN C9.5 с 20 % щебня	10,47	3,943	89,41
BTN C9.5 с 25 % щебня	9,64	3,895	90,90
BTN C9.5 с 30 % щебня	10,65	3,899	94,42
BTN C12.5 с 35 % щебня	12,05	3,754	94,83
BTN C12.5 с 40 % щебня	13,04	3,666	90,17
BTN C12.5 с 45 % щебня	12,94	3,643	92,34
BTN C19 с 50 % щебня	14,46	3,496	90,77
BTN C19 с 57 % щебня	14,49	3,546	85,31
BTN C19 с 64 % щебня	16,20	3,297	93,73
TCVN 8819-2011	8,0	2,0÷4,0	80

В таблицах 1–2 приведены результаты лабораторных исследований влияния процентного содержания щебня на устойчивость, пластичность и физико-механические свойства различных асфальтобетонов. Сравнительная оценка влияния структуры минерального состава на устойчивость и пластичность различных асфальтобетонов приведена на рис. 4–5.

Таблица 2

Физико-механические свойства асфальтобетонов с различным содержанием щебня

Тип асфальтобетона	Плотность, г/см ³	Остаточная пористость, %	Пористость минеральной части, %
BTN C9.5 с 20 % щебня	2,395	3,86	15,07
BTN C9.5 с 25 % щебня	2,389	4,34	15,49
BTN C9.5 с 30 % щебня	2,409	4,08	14,96
BTN C12.5 с 35 % щебня	2,408	4,41	15,01
BTN C12.5 с 40 % щебня	2,409	4,46	15,10
BTN C12.5 с 45 % щебня	2,406	4,67	15,20
BTN C19 с 50 % щебня	2,419	4,34	14,67
BTN C19 с 57 % щебня	2,422	4,46	14,84
BTN C19 с 64 % щебня	2,423	4,65	14,89
TCVN 8819-2011	–	3÷6	–

Авторами были приготовлены образцы – плиты размерами 320x260x50 мм – и проведены лабораторные исследования устойчивости асфальтобетона BTN C19 с 57 и 64 % щебня к колеобразованию во воде при температуре 50 °С. Глубина колеи в испытанных образцах-плитах фиксируется через 15000 проходов нагружения. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 6.

Данные рис. 6 показывают, что у образцов асфальтобетона BTN C19 при содержании 57 % щебня глубина колеи после 15 000 проходов нагружения составляет 6 мм, что на 30,43 %

больше, чем у образцов с содержанием 64 % щебня (4,6 мм). Таким образом, применение зернового состава минеральной части с большим

содержанием щебня повышает устойчивость асфальтобетона к накоплению остаточных деформаций.

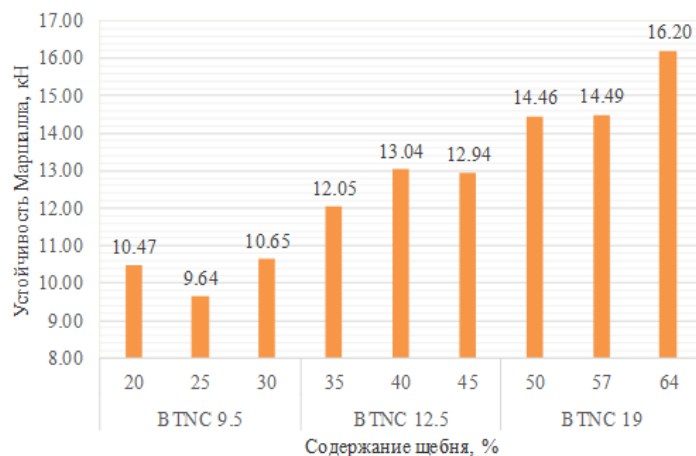


Рис. 4. Устойчивость асфальтобетонов в зависимости от содержания щебня

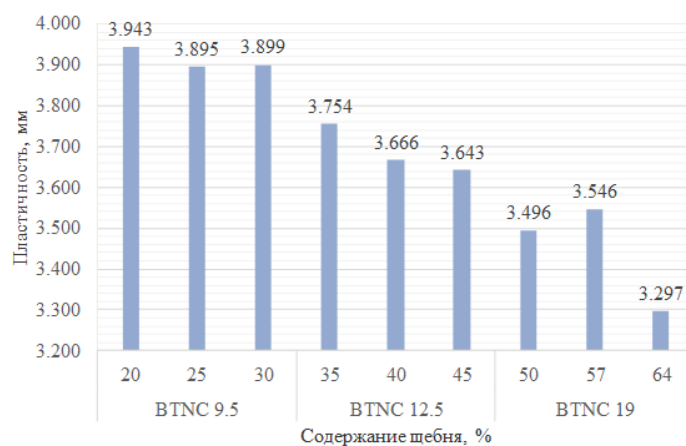
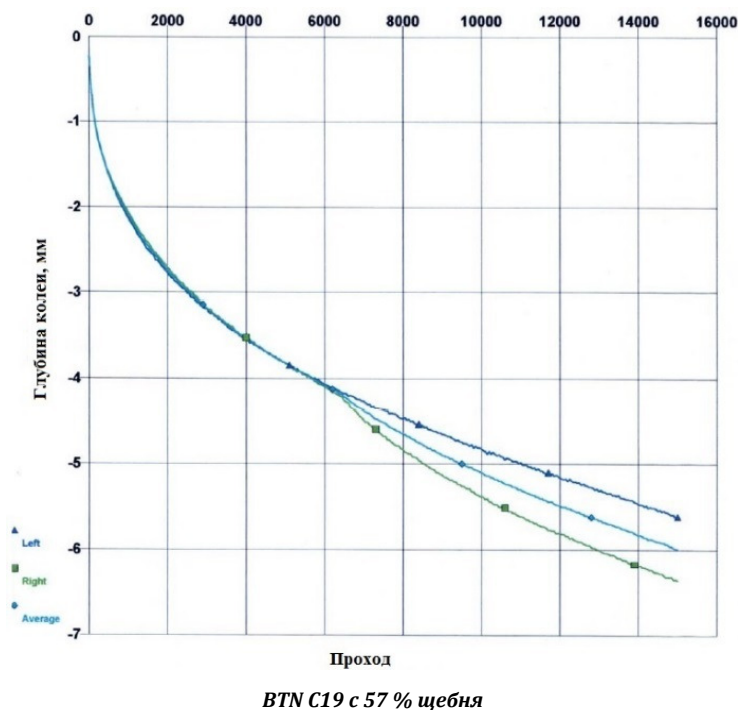


Рис. 5. Пластичность асфальтобетонов в зависимости от содержания щебня



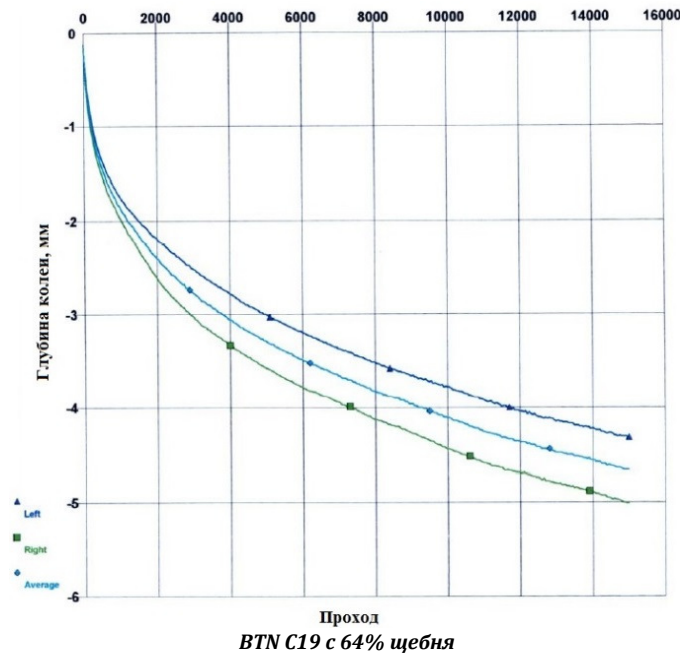


Рис. 6. Глубина колеи асфальтобетона BTN C19 с различным содержанием щебня

Выводы

1. Результаты лабораторного исследования позволяют сделать вывод о существенном влиянии процентного содержания щебня крупных фракций на деформативную устойчивость асфальтобетона. При увеличении содержания щебня крупных фракций устойчивость асфальтобетона по Маршаллу повышается, а пластичность снижается.

2. Установлено, что применение зернового состава минеральной части с большим содержанием щебня повышает устойчивость асфальтобетона к накоплению остаточных деформаций. У образцов асфальтобетона BTN C19 при содержании 57 % щебня глубина колеи после 15 000 про-

ходов нагружения на 30,43 % больше, чем у образцов с содержанием 64 % щебня.

3. Рекомендовано применение многощебеннистых асфальтобетонов в верхних слоях нежестких дорожных конструкций на автомобильных дорогах с интенсивным транспортным потоком для ограничения колееобразования.

4. Испытания были осуществлены только в лабораторных условиях, поэтому следует провести различные натурные исследования влияния процентного содержания щебня на деформативную устойчивость асфальтобетона для выявления надежной основы применения многощебеннистых асфальтобетонов в верхних слоях нежесткой дорожной одежды.

Список литературы

1. Нгуен Ван Лонг. Предложения по расчету конструкций дорожных одежд с учетом колееустойчивости при повышенных температурах в условиях Вьетнама // Научный вестник Воронежского гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2013. № 2 (30). С. 74–82.
2. Нгуен Ван Лонг. Разработка технологии повышения деформативной устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в условиях Южного Вьетнама : дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2013. 146 с.
3. Подольский Вл. П., Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши. Исследование температурного режима асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог во Вьетнаме // Научный вестник Воронежского гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2012. № 4. С. 78–84.
4. Подольский, Вл. П., Нгуен В. Л., Нгуен Х. Х., Нгуен Д. Ш. Исследование работоспособности асфальтобетона, модифицированного добавкой Wetfix BE // Научный вестник Воронежского гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2015. № 3 (39). С. 78–85.
5. Подольский, Вл. П., Нгуен В. Л., Нгуен Д. Ш. О необходимости включения испытаний асфальтобетона при температуре 60 °С в нормативные документы // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 4. С. 22–25.
6. Подольский, Вл. П., Нгуен В. Л., Черноусов Д. И. Причины колееобразования на асфальтобетонных покрытиях и методы повышения их деформативной устойчивости в условиях Южного Вьетнама // Научный вестник Воронежского гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2013. № 1 (29). С. 57–65.
7. Илиополов С. К., Углова Е. В. Комплексный подход к решению проблемы колеяности асфальтобетонных покрытий // Автомобильные дороги. 2010. № 7. С. 51–55.
8. Строкин А. С. Повышение сдвигоустойчивости и срока службы дорожных покрытий путем применения асфальтобетона каркасной структуры на модифицированном битуме : дис. ... канд. техн. наук. Воронеж : ВГАСА, 2009. 178 с.
9. Чан Н. Х., Илиополов С. К. Разработка резиносодержащего полиолефинового модификатора для асфальтобетонов дорожного строительства Вьетнама // Строительство-2011 : материалы Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону : РГСУ, 2011. С. 29–31.
10. Мардиросова И. В., Чан Н. Х., Балабанов О. А. Комплексная полимерно-минеральная добавка для асфальтового вяжущего // Мир дорог. 2011, апрель. С. 57–58.



11. Lê Văn Châm. Nghiên cứu thực nghiệm bê tông nhựa liên quan đến vết hằn lún vết bánh xe trên một số tuyến quốc lộ // Kỷ yếu Hội thảo khoa học: Nguyên nhân và giải pháp khắc phục hằn lún vết bánh xe trên mặt đường BTN, TP. HCM, 2014. Trang 35–41.
12. Nguyễn Văn Long, Nguyễn Đức Sỹ. Nguyên nhân và giải pháp hạn chế lún vết bánh xe trên mặt đường bê tông nhựa // Tạp chí Khoa học Công nghệ Giao thông vận tải. 2015. № 14. Trang 63–66.
13. Phạm Huy Khang. Thực trạng hằn lún vết bánh xe trên một số tuyến quốc lộ – nguyên nhân và biện pháp khắc phục // Kỷ yếu Hội thảo khoa học: Nguyên nhân và giải pháp khắc phục hằn lún vết bánh xe trên mặt đường BTN, TP. HCM, 2014. Trang 5–13.
14. Vũ Phương Thảo. Nghiên cứu ảnh hưởng cốt sợi thủy tinh phân tán đến khả năng chống mỏi và chống lún vết bánh xe của bê tông asphalt trong điều kiện Việt Nam // Tóm tắt luận án tiến sỹ kỹ thuật, Hà Nội. 2015. 24 trang.
15. Калгин Ю. И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов. Воронеж : Изд-во ВоронежГАСУ, 2006. 272 с.
16. Дедюхин А. Ю. Армирование асфальтобетонных смесей как способ борьбы с колеями // Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 16 (35). С. 88-92.
17. Дедюхин А. Ю. Дисперсно-армированный асфальтобетон // Научный вестник ВоронежГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 1(13). С. 80–86.
18. Freeman R. B., Burati J. L., Amirkhani S. N. and Bridges W. C. Polyester fibers in asphalt paving mixtures // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. 1989. Vol. 58. P. 387–409.
19. Kamil Elias Kaloush, Krishna Prapoorna Biligiri, Waleed Abdelaziz Zeida, Maria Carolina Rodezno and Jordan Xavier Reed. Evaluation of fiber-reinforced asphalt mixtures using advanced material characterization tests // Journal of Testing and Evaluation. 2010. Vol. 38. No. 4. P. 1–12.
20. Kietzman J. H. Effect of Short Asbestos Fibers on Basic Physical Properties of Asphalt Pavement Mixes // Highway Research Board Bulletin, National Research Council, Washington DC, USA, 1960. No. 270.

© Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши

Ссылка для цитирования:

Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши. Исследование влияния структуры минерального состава на устойчивость и пластичность асфальтобетона // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 1 (19). С. 25–30.

УДК 624.07(082):624.074 (075.08):631.363:624.15:621.48

УЛЫБКА ЧЕШИРСКОГО КОТА, ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ЭЛЕМЕНТА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Р. И. Шаяхмедов

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

Обоснована возможность использования пневматической конструкции в качестве основного элемента ветроэнергетической установки. При этом в качестве такого элемента предлагается использовать змейковый аэростат, который создает тяговое усилие, передаваемое с помощью управляющих тросов на судно. Механическая энергия движения судна утилизируется в процессе буксировки им эпилагального трала для сбора плавающего мусора с поверхности Мирового океана. При переменной скорости ветра постоянное тяговое усилие поддерживается изменением высоты расположения аэростата. В случае штормового ветра аэростат переводится в подводное положение с помощью пригрузов переменной плавучести. Это позволяет обойтись без трудоемкой и сложной операции уборки и постановки аэростата

Ключевые слова: пневматическая конструкция, змейковый аэростат, управляющие тросы, эпилагальный трал, сглаживание неравномерности ветровой нагрузки, сокращение времени на постановку и уборку аэростата, увеличение единичной мощности установки.

THE SMILE OF THE CHESHIRE CAT, OR THE USE OF PNEUMATIC CONSTRUCTIONS AS A BASIC ELEMENT OF THE WIND ENERGY INSTALLATION

R. I. Shajahmedov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

Possibility of use of pneumatic structure is proved as a basic element of the wind energy installation. As such, it is proposed to use the kite balloon element, which creates the tractive force passed through the control wires on the ship. Mechanical energy of motion of a vessel utilized in the process of hauling them jepilagal trawl for collecting floating debris from the surface of the oceans. When a variable wind speed continuous tractive effort is supported by changing the height of the balloon locations. In the case of windstorm balloon is placed in position by means of underwater goods buoyancy variable. This eliminates the time-consuming and complicated operation cleaning and placement of the balloon

Keywords: pneumatic design, kite balloon, control cables, jepilagal trawl, smoothing uneven wind load, reduction of time for setting and removing the balloon, increasing the capacity of the installation.

Экономическая эффективность ветроэнергетических установок снижается [1] вследствие:

- неравномерности ветровой нагрузки. Отсюда – частые простои ветроэнергетической установки и запредельная избыточная и очень высокая прочность, позволяющая выдержать разрушительный ветер (ураган);

- малой скорости ветра. Ветроэнергетическая установка начинает работать при скорости ветра свыше 5 метров в секунду, а на планете Земля не так много мест, где ветер дует с достаточной скоростью. Поэтому ВЭУ приходится строить на взморье (рис. 1) или поднимать высоко вверх (рис. 2), где скорость