

На передающем судне груз из трюма поднимают грузовой стрелой и помещают в контейнер, стоящий на палубе этого судна. После присоединения стропов контейнера к подвижному канифас-блоку лебедчик на передающем судне натягивает грузовой леер, после чего контейнер с грузом поднимается над фальшбортом, по сигналу с передающего судна лебедчик на принимающем судне вытирает оттяжку, передвигая контейнер по лееру. Как только контейнер окажется над палубой принимающего судна, лебедчик передающего судна травит грузовой леер, опуская контейнер с грузом на палубу принимающего судна [2]. Чтобы леер не порвался из-за изменения расстояния между бортами, необходимо постоянно следить за тем, как он натянут, и травить его в случае необходимости.

Перегрузка может осуществляться при стоянке на якорю, в дрейфе и на ходу.

Проблема при использовании способа состоит в том, что грузовой леер при передаче груза должен находиться в постоянном натяжении. При этом одновременно должны быть обеспечены два условия. Во-первых, натяжение должно быть достаточно для того, чтобы груз не касался воды на всем пути между принимающим и передающим судами. Во-вторых, натяжение во все моменты времени транспортировки не должно превышать предела текучести материала троса.

Усложняет задачу и то, что в процессе перегрузочных операций вследствие качки и дрейфа судов расстояние между ними постоянно варьируется, что требует оперативной компенсации длины грузового леера и затрудняет автоматизацию процессов грузовых операций.

В настоящее время для компенсации длины леера в относительно малых диапазонах изменения (вызванных бортовой и килевой качкой) используют автоматические пружинные и гидравлические амортизаторы с полиспадами, однако значительные изменения, вызванные взаимными перемещениями судов, как правило, требуют непосредственного участия человека [3].

Главным условием обеспечения безопасности при траверзном способе является соблюдение длины несущего троса, при которой натяжение неизменно:

$$\frac{dl}{dt} = f\left(\frac{dx_1}{dt}, \frac{dy_1}{dt}, \frac{dz_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \frac{dy_2}{dt}, \frac{dz_2}{dt}\right), \quad (1)$$

где  $\frac{dl}{dt}$  – изменение длины несущего троса во время процесса перегрузки;

$\left(\frac{dx_1}{dt}, \frac{dy_1}{dt}, \frac{dz_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \frac{dy_2}{dt}, \frac{dz_2}{dt}\right)$  – изменение координат первого и второго судов во время процесса перегрузки по соответствующим осям.

Таким образом, разработка математического описания с учетом всех влияющих на процесс перегрузки факторов и сформулированные на их основе рекомендации позволят обеспечить безопасность экипажей и технических средств при рассматриваемом способе перегрузки.

#### Список литературы

1 **Бородин, Е. Л.** Управление судном при передаче грузов в море траверзным способом : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.19 / Е. Л. Бородин. – 2009. – 23 с.

2 **Шарлай, Г. Н.** Матрос морского судна : учеб. пособие / Г. Н. Шарлай. – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2013. – 287 с.

3 **Мизгирев, Д. С.** Проблема поведения элементов грузовой системы судна на волнении при выполнении перегрузочных работ бесконтактным способом / Д. С. Мизгирев, В. Н. Власов, Т. Д. Тутынин // Морские технологии: проблемы и решения : сб. ст. – М. : Инфинити, 2023. – С. 120–124.

УДК 625.7/.8

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

*В. В. ПЕТРУСЕВИЧ, В. В. ТОМАШОВ, Я. В. ШУТОВ, Р. Ю. ДОЛОМАНЮК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На протяжении последних 20 лет значительно увеличивается парк автотранспортных средств в Республике Беларусь, а следовательно, и интенсивность движения на дорогах с пропорциональным ростом изнашивания и разрушения их покрытий. Потребность в защите асфальтобетонных покрытий

от преждевременных разрушений диктует поиски новых технологических решений. Для эффективной защиты асфальтобетонных покрытий от комплексного воздействия воды и транспортных нагрузок в осенне-зимний и весенне-зимний период был разработан и внедрен один из вариантов защиты асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги – обработка их составом гидрофобным профилактическим «ПРОТЕКТ-01» [1].

Прибыль от внедрения разработки и срок окупаемости проекта могут быть определены на основе методики оценки эффективности инвестиций, рассмотренной в [2, с. 4–8; 3, с. 76–82].

При реализации профилактической обработки прибыль, которую принесет проект при его реализации,

$$\Pi_{\text{проф}} = C - Z_{\text{проф}}, \quad (1)$$

где  $C$  – укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги по категориям за 1 год, руб. (при периодичности текущего ремонта 1 раз в 3 года), представлены в таблице 1 [3, с. 96];  $Z_{\text{проф}}$  – суммарные укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги по категориям за 1 год с учетом внедрения профилактической обработки, руб.,

$$Z_{\text{проф}} = C_1 + C_{\text{проф}} + C_3, \quad (2)$$

$C_1$  – укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км для обработанного СГП асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, лет;  $C_{\text{проф}}$  – стоимость СГП на 1 км по категориям дороги [4, с. 11], руб.;  $C_3$  – стоимость 1 маш.ч автогудронатора, руб. [3, с. 119].

Таблица 1 – Укрупненные затраты на текущий ремонт 1 км асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги за 1 год

В рублях					
Тип покрытия	I-a (6 полос)	II	III	IV	V
Асфальтобетонное	240786	181428	91278	78729	65361

Межремонтный период для обработанного профилактическим составом асфальтобетонного покрытия согласно методике, приведенной в [5, с. 18–23],

$$T_{\text{обр}} = T_n (P_{\text{тр}} / P_n)^M, \quad (3)$$

где  $T_n$  – нормативная периодичность текущего ремонта;  $P_{\text{тр}}$  – требуемый уровень надежности;  $P_n$  – уровень надежности, при котором обеспечивается нормативный срок службы покрытия,  $P_n = 0,8 \dots 0,9$  [5, с. 18–23];  $M$  – показатель, зависящий от типа дорожной одежды,  $M = 1,0 \dots 1,3$  [5, с. 18–23].

Требуемый уровень надежности [5, с. 18–23]

$$P_{\text{тр}} = \sqrt[N]{P_1 P_2 \dots P_N}, \quad (4)$$

где  $P_N$  – уровень надежность по определенному показателю;  $N$  – количество определенных уровней надежности.

Для асфальтобетонного покрытия, обработанного СГП, определим следующие уровни надежности.

1 Уровень надежности по коэффициенту морозостойкости [5, с. 18–23]

$$K_{\text{мрз}} = \frac{K_{\text{мрз проф}}}{K_{\text{мрз чис}}}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{мрз проф}}$  – коэффициент морозостойкости асфальтобетона, обработанного СГП,  $K_{\text{мрз проф}} = 0,90$ ;  $K_{\text{мрз чис}}$  – коэффициент морозостойкости необработанного асфальтобетона,  $K_{\text{мрз чис}} = 0,81$ .

Тогда  $K_{\text{мрз}} = 1,11$ , а соответствующий ему уровень надежности  $P_1 = 0,91$  [5, с. 45].

## 2 Уровень надежности по показателю водонасыщения

$$K_{\text{вод}} = \frac{K_{\text{вод чис}}}{K_{\text{вод проф}}}, \quad (6)$$

где  $K_{\text{вод чис}}$  – показатель водонасыщения необработанного асфальтобетона типа В,  $K_{\text{вод чис}} = 2,0$ .  $K_{\text{вод проф}}$  – показатель водонасыщения асфальтобетона типа В, обработанного СГП,  $K_{\text{вод проф}} = 1,6$ ;

Тогда  $K_{\text{вод}} = 1,25$ , соответствующий ему уровень надежности  $P_1 = 0,94$  [5, с. 45].

С учетом полученных значений  $P_{\text{тр}} = 0,93$ .

Межремонтный период для обработанного СГП асфальтобетонного покрытия

$$T_{\text{обр}} = T_{\text{н}} (0,93 / 0,8)^{1,3} = 1,22 T_{\text{н}}. \quad (7)$$

### Список литературы

1 Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : пат. ВУ 24097 / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич. – Опубл. 30.10.2023.

2 Методические рекомендации по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок и их внедрения [Электронный ресурс] : постановление ГКНТ Респ. Беларусь, 20 апр. 2017 г., № 9 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.

3 Царенкова, И. М. Экономическая оценка инвестиционных проектов в дорожном хозяйстве : учеб.-метод. пособие / И. М. Царенкова, Р. Б. Ивуть. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 130 с.

4 СН 3.03.04-2019. Автомобильные дороги = Аўтамабільныя дарогі – Введ. 2020-07-22. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2020. – 61 с.

1 Веренько, В. А. Надежность дорожных одежд : пособие / В. А. Веренько. – Минск : БГПА, 2002. – 120 с.

УДК 624.86:349.6

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ВОДНЫХ ПРЕГРАД ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

*Е. В. ПЕЧЕНЕВ, П. А. КАЦУБО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

События, происходящие по всему миру в сфере чрезвычайных ситуаций, заставляют по новому посмотреть на основы безопасности транспортных коммуникаций и водных преград в целом. Наводнения в странах Европы, унесшие жизни сотни людей, демонстрируют безжалостное поведение бушующих рек. Передовые технологии в сфере контроля и оповещения о чрезвычайных ситуациях, постоянный мониторинг метеорологических условий, современная техника, оснащение и оборудование служб чрезвычайных ситуаций – все эти меры и условия все равно не обеспечивают безопасность мирного населения от природных явлений [1].

Так в ходе проведения мониторинга паводковых обстановок в Гомельской области выявлены факты подтоплений множества объектов. 10 марта 2024 года в реке Сож уровень воды составлял 524 см над нулем поста. В Гомельской области по состоянию на 9 марта 2024 года подтоплены 146 жилых домов, 34 подвала, 496 подворий, 234 хозяйственные постройки, 36 участков дорог и 159 других зданий. Паводок в данных регионах Республики Беларусь происходит с большой периодичностью и не является чем-то необычным, однако население зачастую не готово как к стихии в целом, так и к вопросам эвакуации с места происшествия.

Одной из главных проблем при внезапном затоплении является отсутствие специальных средств и мостовых конструкций пешеходных наплавных мостов для организации эвакуации застигнутых врасплох граждан. Недостаточное количество инвентарных конструкций, а также плавательных средств не позволяет своевременно и качественно производить эвакуацию жителей населенных пунктов, где произошло чрезвычайное происшествие. Иметь большое количество данных средств, распределенных по большой области вероятных затоплений, – тяжелая финансовая и логистическая задача.

Применение нетиповых конструкций и подручных материалов является одним из решений данной проблемы на локальных участках стихийного бедствия. Примеры таких решений представлены на рисунке 1.