УДК 656.135:62-973(470.1/2)

© Н. Т. Сандан, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sandan.nelli@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-1-150-153

© N. T. Sandan, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: sandan.nelli@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON OPERATION OF MACHINES AND MECHANISMS IN THE REPUBLIC OF TUVA

Рассматривается влияние низких температур на эксплуатацию строительных и дорожных машин. Приведены формулы жесткости погоды Бодмана, Коха и Ключкина.

Ключевые слова: строительно-дорожные машины, эксплуатация, климатические факторы, жесткость погоды.

The influence of low temperatures on operation of construction and road building machines is considered in the article. The formulas for the rigidity of the weather of Bodman, Koch, and Klyukin are given.

Keywords: construction and road building machines, operation, climatic factors, weather rigidity.

Климат Республики Тыва характеризуется исключительно большим разнообразием, при этом более 80 % территории страны относится к климатической зоне со среднегодовой температурой января ниже -40°C . В соответствии с ГОСТ 15150–69 в части воздействия климатических факторов внешней среды на условия эксплуатации, хранения и транспортировки машин и изделий вся территория нашей страны разделена на районы [1]. Строительные и дорожные машины эксплуатируют в основном в трех районах: с тропическим, умеренным и холодным климатом. К районам с умеренным климатом отнесены районы, где средняя из ежегодных максимумов температура воздуха равна или ниже $+40^{\circ}\text{C}$, а средняя из ежегодных минимумов температура воздуха равна или выше -45°C . К районам с холодным климатом отнесены районы (рис. 1), в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже -45°C [2].

Из климатических факторов зоны холодного климата на работу машин и механизмов действуют низкие температуры, сильные ветры, снежные заносы, туманы и др. Продолжительность зимнего периода в республике Тыва превышает 180 дней, а в северных районах — 250 дней в году.

Например, в районе Монгун-Тайга 200 дней в году температура воздуха отрицательная, из них 150 дней — ниже -30°C . Для данного района характерны резкие колебания давления воздуха, изменяющегося в пределах 716–763 мм рт. ст., среднегодовая скорость ветра составляет 6 м/с, а в зимние месяцы — 8 м/с. В течение 90 дней в году скорость ветра превышает 15 м/с, а максимальная скорость — 46 м/с. Средняя высота снежного покрова равна 1,2 м, за год выпадает до 700 мм атмосферных осадков [3, 4].

Резкие перепады температуры в течение суток и высокая относительная влажность воздуха, метели, туманы и интенсивное образование изморози являются характерными особенностями для многих районов с холодным климатом. Самые низкие температуры воздуха наблюдаются в январе–феврале.

Для оценки климатических факторов, в первую очередь совместного влияния отрицательной температуры воздуха и скорости ветра, введено понятие жесткости погоды. Жесткость погоды выражают в баллах с помощью эмпирических формул.

В метеорологии жесткость погоды принято оценивать по методу Г. Бодмана по формуле [5]

Рис. 1. Районы с холодным климатом

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,272v), \quad (1)$$

где S — жесткость погоды, баллы; t — температура наружного воздуха, °C; v — скорость ветра при данной температуре t , м/с.

На рис. 2 показано изменение среднегодовых баллов жесткости по Г. Бодману для северных районов республики Тыва. Балл, определенный по формуле, служит показателем суровости климата в части его воздействия на человека или растение, но не на технику.

Для оценки жесткости погоды распространена эмпирическая формула Ключкина [6, 7]:

$$Ж = T + 2В, \quad (2)$$

где $Ж$ — жесткость погоды, баллы; T — температура воздуха, °C (без учета знака); $В$ — скорость ветра при данной температуре, м/с.

Приведенная формула построена по тому же принципу, что и формула Бодмана, и поэтому также не может быть использована для объективной оценки влияния жесткости климата на технику, поскольку не учтены колебания температур и скорости ветра в течение суток, влажность воздуха и ряд других факторов.

Техническую жесткость холодного климата S_t П. И. Кох предлагает определять по следующей формуле:

Рис. 2. Изменение баллов жесткости климата по формуле Г. Бодмана

Возможность эксплуатации строительных машин в г. Кызыле при видимости не менее 20 м

Условия	Портальные краны всех типов	Гусеничные стреловые краны	Экскаваторы	Автомобильные краны
Скорость ветра на высоте грузовой стрелы, м/с, не более	18	—	Независимо от ветра	—
Температура, °С, не ниже	–40	–40	–40	–40

Примечание. Краны и экскаваторы с гидравлическим и пневматическим управлением должны работать при температуре не ниже –38 °С.

$$S_T = (t_{\min} + t_{\text{ср}})(1 + 0,05 \cdot v)(1 + 0,02\sigma)\varphi, \quad (3)$$

где $t_{\min}$ — минимальная из возможных температур воздуха, °С; $t_{\text{ср}}$ — среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца, °С; v — средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца, м/с; σ — наибольшее рассеяние суточной температуры в течение наиболее холодного месяца, °С; φ — относительная влажность воздуха самого холодного месяца в долях единицы.

Баллы, вычисленные по этой формуле, по мнению П. И. Коха могут служить оценкой влияния жесткости климата на эксплуатацию машин [8].

Климатические условия влияют на производительность труда в строительстве, отражаются на работоспособности персонала, обслуживающего технику, приводят к сокращению продолжительности рабочего дня или к полному прекращению работ [9]. На основе обработки многолетних метеорологических данных для конкретных северных районов разработаны нормативы уменьшения времени работы машин из-за климатических условий. Эти нормативы часто отличаются от требований технических паспортов машин и определяют граничные условия температуры воздуха и скорости ветра, при которых полностью запрещена работа [10, 11].

В таблице приведены условия эксплуатации строительных машин в г. Кызыле.

Таким образом, особенности эксплуатации строительных и дорожных машин в условиях холодного климата определены совокупностью следующих климатических факторов: продолжительное воздействие отрицательных температур воздуха; сильные и частые ветры; значительный перепад температур в течение суток и года; большой снежный покров в зимний период и заболоченный ландшафт летом; наличие значи-

тельных слоев мерзлых и вечномёрзлых грунтов; образование густых туманов при температуре ниже –35...–40 °С; наличие полярной ночи, когда работы возможны только при искусственном освещении [12].

Библиографический список

1. Евтюков С. А., Чооду О. А. Влияние условий местности на техническую эксплуатацию и формирование парков машин // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 3 (50). С. 239–243.
2. Евтюков С. А., Сандан Н. Т. Особенности эксплуатации парков машин в условиях низких температур // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 2 (55). С. 186–191.
3. Сандан Н. Т., Евтюков С. А., Чооду О. А., Монгуш С. Ч. Эффективность использования наземных транспортно-технологических машин в климатических условиях Республики Тыва // Успехи современной науки. 2017. Т. 6, № 3. С. 153–155.
4. Сандан Н. Т., Евтюков С. А., Шавыраа Ч. Д. Влияние сезонных изменений на надежность наземных транспортно-технологических машин // Успехи современной науки. 2017. Т. 4, № 4. С. 116–120.
5. Баловнев В. И. Определение параметров и выбор землеройных машин: учеб. пособие. М.; Омск: Полиграф, 2010. 224 с.
6. Волков С. А., Евтюков С. А. Строительные машины: учебник для строит. вузов / изд. перераб. и доп. СПб.: Изд-во ДНК, 2012. 597 с.
7. Головин С. Ф., Коншин В. М., Рубайлов А. В. и др. Эксплуатация и техническое обслуживание дорожных машин, автомобилей и тракторов / под ред. Е. С. Локшина. М.: Мастерство, 2002. 464 с.
8. Евтюков С. А., Евтюков С. С., Чудаков А. В., Куракина Е. В. Наземные транспортно-технологические машины / под общ. ред. С. А. Евтюкова. СПб.: ООО «ИД «Петрополис», 2016. 504 с.
9. Зорин В. А. Основы надежности машин. Балашиха: Военно-техн. ун-т, 2004. 134 с.

10. Кузьмин Н. А. Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности. Н. Новгород: НГТУ, 2002. 72 с.

11. Ким Б. Г. Обеспечение работоспособности и исправности парков строительной техники. Владимир: ВладГУ, 2000. 147 с.

12. Максименко А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 400 с.

References

1. Evtyukov S. A., Choodu O. A. *Vliyanie usloviy mestnosti na tekhnicheskuyu ehkspluatatsiyu i formirovanie parkov mashin* [Influence of the terrain condition on the technical operation and vehicle fleet formation]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2015, no. 3 (50), pp. 239–243.

2. Evtyukov S. A., Sandan N. T. *Osobennosti ehkspluatatsii parkov mashin v usloviyakh nizkikh temperature* [Features of vehicle fleet operation in the conditions of low temperatures]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 2 (55), pp. 186–191.

3. Sandan N. T., Evtyukov S. A., Choodu O. A., Mongush S. Ch. *Ehffektivnost' ispol'zovaniya nazemnykh transportno-tekhnologicheskikh mashin v klimaticheskikh usloviyakh Respubliki Tyva* [Efficiency of using land transport technological machines in climatic conditions of the Republic of Tyva]. *Uspekhi sovremennoy nauki – Achievements of modern science*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 153–155.

4. Sandan N. T., Evtyukov S. A., Shavyraa Ch. D. *Vliyanie sezonnykh izmeneniy na nadezhnost' nazemnykh transportno-tekhnologicheskikh mashin* [Influence of seasonal changes on reliability of land transport technological machines]. *Uspekhi sovremennoy nauki –*

Achievements of modern science, 2017, vol. 4, no. 4, pp. 116–120.

5. Balovnev V. I. *Opredelenie parametrov i vybor zemleroynykh mashin* [Determination of parameters and selection of excavating machines]. Moscow, Omsk, Poligraf Publ., 2010, 224 p.

6. Volkov S. A., Evtyukov S. A. *Stroitel'nye mashiny* [Construction machines. Textbook for construction higher education institutions]. Revised and added edition. St. Petersburg, DNK Publ., 2012, 597 p.

7. Golovin S. F., et al. *Ehkspluatatsiya i tekhnicheskoe obsluzhivanie dorozhnykh mashin, avtomobiley i traktorov* [Operation and technical maintenance of road machines, cars and tractors]. Ed. by Lokshin E. S. Moscow, Masterstvo, Publ., 2002, 464 p.

8. Evtyukov S. A., Evtyukov S. S., Chudakov A. V., Kurakina E. V. *Nazemnye transportno-tekhnologicheskie mashiny* [Land transport technological machines]. Ed. by Evtyukov S. A. St. Petersburg, Petropolis Publ., 2016, 504 p.

9. Zorin V. A. *Osnovy nadezhnosti mashin* [Basics of machine reliability. Textbook for higher schools]. Balashikha, Voenno-tekhn. universitet Publ., 2004, 134 p.

10. Kuz'min N. A. *Tekhnicheskaya ehkspluatatsiya avtomobiley: zakonomernosti izmeneniya rabotosposobnosti* [Technical operation of vehicles. Patterns of working capacity change]. Nizhniy Novgorod, NSTU Publ., 2002, 72 p.

11. Kim B. G. *Obespechenie rabotosposobnosti i ispravnosti parkov stroitel'noy tekhniki* [Ensuring working capacity and operability of vehicle fleets of construction equipment]. Vladimir, VladSU, 2000, 147 p.

12. Maksimenko A. N. *Ehkspluatatsiya stroitel'nykh i dorozhnykh mashin* [Operation of construction and road building machines]. St. Petersburg, BKhV-Peterburg Publ., 2006, 400 p.