

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2021.85.49.034

Особенности эксплуатации строительной техники в холодном климате

Заварин Александр Сергеевич

Бакалавр,

Северный (Арктический) федеральный университет,
163002, Российская Федерация, Архангельск, набережная Северной Двины, 17;
e-mail: licnost1812z18@yandex.ru

Аннотация

Строительство, являясь одной из важнейших составляющих человеческой хозяйственной деятельности, проводится повсеместно в разных климатических условиях и на разных типах местности. Условия холодного климата – одни из самых сложных условий для эксплуатации строительной техники. Для эффективной и исправной работы техники в условиях холодного климата требуются конструкции, а также узлы и агрегаты, способные переносить низкие температуры, особые горюче-смазочные материалы и особые правила эксплуатации. Это существенно отличает эксплуатацию техники в холодном климате от эксплуатации в других климатических условиях. Низкая температура сильно сказывается на узлах и агрегатах машин, увеличивая на них нагрузку. По этой причине спецтехника, эксплуатирующаяся в условиях низкой температуры, особенно в условиях Крайнего Севера, должна быть максимально к этому приспособлена.

Для цитирования в научных исследованиях

Заварин А.С. Особенности эксплуатации строительной техники в холодном климате // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Том 11. № 6А. С. 382-389. DOI: 10.34670/AR.2021.85.49.034

Ключевые слова

Грунт, зимний период, спецтехника, агрегаты, холодный климат, оборудование, масло, гидросистема, горюче-смазочные материалы, двигатель, топливо, ходовая часть.

Введение

Особенности холодного климата накладывают свои требования к выполнению строительных работ и, как следствие, к материалам, строительной технике, которая должна быть хорошо подготовлена для работы в подобных условиях, кроме того, должна быть обеспечена надлежащая ее эксплуатация.

Грунт при низких температурах становится значительно прочнее, что существенно усложняет земляные работы. Разрыхленный мерзлый грунт уплотнить надлежащим образом очень затруднительно в таких условиях. Как следствие, его нельзя использовать для насыпи и для засыпки пазух фундаментов, так как при оттаивании мерзлый грунт проваливается.

Однако мерзлый грунт достаточно прочный. Это значит, что траншеи и котлованы возможно делать без откосов и не закреплять вертикальные стенки выемок. Соответственно, сокращается время, объем и затраты на подобные работы.

Основная часть

Для разрыхления мерзлого грунта используются три метода:

1. Рыхление механическим способом, которое производится тракторными рыхлителями, экскаваторами и другой подобной техникой.

2. Оттаивание грунта, которое производится с помощью солевых растворов, тепляков, электроподогревом и другими похожими методиками.

3. Предотвращение замерзания грунта. Этого добиваются путем пропитки соляными растворами, понижающими температуру замерзания, или с осени вспахивают участок после дождей на глубину примерно в пол метра. Помимо этого, необходимо разборонить верхний слой почвы, что улучшает теплоизоляционные свойства почвы.

Низкая температура сильно сказывается на узлах и агрегатах машин, увеличивая на них нагрузку [Ереско, 2003]. По этой причине спецтехника, эксплуатирующаяся в условиях низкой температуры, особенно в условиях Крайнего Севера, должна быть максимально к этому приспособлена. Данное требование изложено в различных нормативах, в особенности в ГОСТ 15150-69, определяющем условия эксплуатации техники и оборудования, в том числе в холодном климате.

Значения температуры окружающего воздуха согласно ГОСТ 15150-69 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения температуры окружающего воздуха согласно ГОСТ 15150-69

Исполнение изделий	Категория изделий	Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С			
		Рабочее		Предельное рабочее	
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
У, ТУ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+40	-45*	+45	-50*
	3.1	+40	-10*	+45	-10*
	5; 5.1	+35	-5	+35	-5
ХЛ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+40	-60	+45	-70
	3.1	+40	-10*	+45	-10*
	5; 5.1	+35	-10	+35	-10
УХЛ	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+40	-60	+45	-70
	3.1	+40	-10*	+45	-10*
	4	+35	+1	+40	+1

Исполнение изделий	Категория изделий	Значение температуры воздуха при эксплуатации, °С			
		Рабочее		Предельное рабочее	
		верхнее	нижнее	верхнее	нижнее
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+35	+10	+40	+1
	5; 5.1	+35	-10	+35	-10
ТВ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 3.1	+40	+1	+45	+1**
	4	+40	+1	+45	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+10	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1	+35	+1
Т, ТС	1; 1.1; 2; 2.1*; 3; 3.1	+50*	-10	+60	-10***
	4*	+45	+1	+55	+1
	4.1*	+25	+10	+40	+1
	4.2*	+45	+10	+45	+10
	5; 5.1	+35	+1	+35	+1
О	1; 1.1; 2; 2.1	+50*	-60	+60	-70
	4	+45	+1	+55	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+10	+45	+1
	5; 5.1	+35	-10	+35	-10
М	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+40	-40*	+45	-40
	4; 3.1	+40	-10*	+40	-10*
	4.1	+35	+15	+40	+1
	4.2	+40	+1	+40	+1
ТМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+45	+1	+45	+1
	4	+45	+1	+45	+1
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+1	+45	+1
ОМ	1; 1.1; 2; 2.1; 3; 5; 5.1	+45	-40*	+45	-40
	4; 3.1	+45	-10*	+45	-10*
	4.1	+35	+15	+40	+1
	4.2	+40	+1	+40	+1
В	1; 1.1; 2; 2.1; 3	+50*	-60	+60	-70
	3.1	+50*	-10*	+60	-10*
	4	+45	-10*	+55	-10*
	4.1	+25	+10	+40	+1
	4.2	+45	+1	+45	+1
	5; 5.1	+45	-40	+45	-40

Большую часть Российской Федерации можно условно поделить на три климатические зоны:

- 1) умеренная с диапазоном температур от -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$, обозначение – У;
- 2) холодная с диапазоном от -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$, обозначение – Х;
- 3) умеренно холодная с диапазоном от -60 до $+45^{\circ}\text{C}$, обозначение – УХ.

Для каждого из этих районов предполагается применение своей спецтехники. В каждом регионе есть своя спецтехника, эксплуатируемая в зимнее время с учетом перепадов температур и особенностей местности [Холодный расчет: особенности строительства в морозы и снегопады, www]. Спецтехника для разных климатических зон различается прежде всего составом оборудования, режимом работы двигателей и вспомогательных систем.

Работа конструкции машины происходит в разных тепловых режимах, в зависимости от

сезона. Как уже было сказано, низкие температуры сильно влияют на механику.

Во время зимней эксплуатации техника должна находиться в боксах и ангарах, если предоставляется такая возможность. Перед наступлением зимнего периода техника проходит сервисное обслуживание, в ходе которого в первую очередь проводят: замену масла в двигателе, гидросистеме и вспомогательных агрегатах; установку новых фильтров в топливной системе; заправку машины соляркой или же пропанобутановой смесью, которая выбирается в соответствии с сезоном; доведение уровня эксплуатационных жидкостей до уровня, регламентированного сервисной книжкой; проверку аккумуляторной батареи или вовсе ее замену.

Преимущество и необходимость спецтехники в холодном климате или в зимнее время резко возрастает. Каждый тип такой техники имеет свои требования для выполнения определенного этапа. Так бульдозер при эксплуатации в зимнее время опускает нож на минимальную глубину среза.

Из-за низкой температуры смазка и масла в деталях двигателя и редуктора сгущаются и становятся вязкими, уплотнительные детали, такие как сальники, уплотнительные втулки и прокладки теряют эластичность и могут потрескаться, пластик в составе оборудовании землеройных и грузовых машин также может потрескаться, что приводит к существенным проблемам с эксплуатацией.

Топливная система от резких перепадов температур может придти в негодность, так как солярка тоже густеет.

Согласно нормативной документации, регламентировано два периода работы строительной и специальной техники – зимний и летний. Технику каждый раз готовят к определенному сезону, чтобы она отвечала всем требованиям эксплуатации.

Строительная и специальная техника для регионов с холодным климатом – это самостоятельная разработка, предназначенная для эксплуатации в подобных условиях, а не модернизированная модель для регионов с более высокой среднегодовой температурой и меньшими перепадами температуры [Лейко, Васильченко, 1974]. Техника исправно работает как при крайне низкой, так и при крайне высокой температуре. При этом при низких температурах условия эксплуатации значительно жестче.

Особое внимание при подготовке эксплуатации и ремонте должно уделяться двигателю, системе охлаждения и подачи топлива.

Для работы в северных и стандартных условиях применяются разные типы стали и резины, которые при высоких перепадах температур начинают мокреть, в результате детали конструкции из этих материалов теряют герметичность. Как следствие, происходит пропуск смазочного материала и рабочей жидкости, что приводит к быстрому износу трущихся деталей.

Двигатель требует особых условий эксплуатации. Прежде всего, его необходимо разогреть. Для этой операции в конструкции должны быть предусмотрены специальные средства разогрева двигателя и силовой передачи. Перед включением двигателя следует на 10-15 секунд включить внешние световые приборы в режим дальнего света, так как протекающий ток разогреет источник питания до необходимых значений температур. После этого можно включать стартер. При этом необходимы стартеры, генераторы повышенной мощности и мощные аккумуляторные батареи, пригодные для питания большого количества потребителей. Чаще всего это эффективная система предпускового подогрева кабины и силовых агрегатов, а также дополнительное освещение, так как на Севере в период зимы световой день длится около 4-5 часов.

Разогрев двигателя из-за топлива, меняющего консистенцию при низких температурах,

может вызвать существенные затруднения.

Чтобы этого не произошло, требуется подогреть сам топливный фильтр. Для этого существуют следующие способы: утепление капота двигателя и моторного отсека с помощью теплового вентилятора; установка специального устройства для подогрева топлива; использование мощного авиационного подогревателя.

Также возникают проблемы и с аккумуляторами, которые быстро разряжаются в зимнее время. Для решения этой проблемы наиболее оптимально согреть аккумулятор в теплом помещении, остальные способы прогрева способен осуществить лишь грамотный специалист. В противном случае это может привести к выходу техники из строя.

Ходовая часть должна держаться в чистоте. Технике после работ следует сделать прокат ходовой части и не оставлять в грязи, так как она может примерзнуть, что усложнит и увеличит время подготовки техники для последующих работ. Если этим пренебречь, замерзшая грязь может привести к сковыванию вращения оборудования и перегреву, а также истиранию и потере формы катков, а значит и их выходу из строя.

Если машина проходила по ходу работы через обводненное место, рекомендуется перед остановкой машины несколько раз покатать ходовую, избавившись от грязи, и поставить ее в сухое место.

При подготовке техники к зимней эксплуатации необходимо осуществить переход на рекомендованные горюче-смазочные материалы, а также охлаждающую жидкость; соблюсти необходимые рекомендации предпускового прогрева машины в холод; после того, как был запущен двигатель, следует избегать максимальной нагрузки, если перед этим гидросистема не прогрета должным образом.

При эксплуатации техники в холодном климате возникает большое количество отказов, причиной которых могут служить крайне низкие температуры, недостаточная подготовка операторов, а также ошибки или недостаточная подготовка техники в зимний период.

Рекомендации к эксплуатации техники в холодном климате:

1. Не следует начинать работу с максимальной нагрузкой, если машина не разогрета по той причине, что из-за высокой вязкости масла начнут протекать и трескаться шланги, так как предохранительные клапаны гидравлической системы не срабатывают вовремя. Это может привести к выходу из строя гидравлической системы.

2. Во время эксплуатации экскаватора стараться подрезать грунт. Если есть возможность, то использовать рыхлитель или ковш-рыхлитель.

3. Вовремя проводить технический уход и техническое обслуживание.

Нельзя оставлять машину на ночь с включенным двигателем на малых холостых оборотах. Это приводит к переохлаждению техники и быстрому износу двигателя. Жидкая смазка при низких температурах в редукторах, картере двигателя и механизмах трансмиссии густеет и становится очень вязкой. В результате силовой агрегат при запуске силового агрегата изнашивается гораздо быстрее и больше, в отличие от работы при нормальных температурах.

Низкие температуры оказывают влияние также и на другие системы и агрегаты специальных машин. Так, происходит увеличение зазоров между деталями, влияние которых компенсируется по мере разогрева механизма. Резкие перепады температур оказывают отрицательное влияние и на состояние топливной системы из-за густеющей солярки.

В системе охлаждения за последнее время полностью отказались от воды, поскольку ее замерзание приводит к полной поломке узлов и агрегатов.

4. Следует использовать рекомендованные, соответствующие сезону горюче-смазочные материалы, по возможности не применять топливо, разбавленное большим количеством

керосина. В противном случае это может привести к забивке топливных труб из-за выделений парафина.

Горюче-смазочные материалы следует применять в соответствии с сезоном, согласно регламентированным требованиям к каждому виду техники, изложенным в инструкциях от производителя.

Отдельно следует описать особенности эксплуатации башенных кранов в зимнее время. Высокая влажность и низкая температура способны быстро сократить срок службы канатов и существенно снизить работоспособность электроники и электрических узлов. Обслуживание кранов производится в осеннее и весеннее время главным образом из-за различий горюче-смазочных материалов для летнего и зимнего периодов эксплуатации. Также проводится проверка и подготовка всех систем, узлов трансмиссии и крановой установки, кабины крановщика и системы управления краном.

Машинист в условиях низкой температуры должен быть экипирован соответствующим образом: защитная каска, хлопчатобумажные брюки на утепляющей подкладке, хлопчатобумажный костюм, кожаные ботинки, хлопчатобумажная куртка на утепляющей подкладке, комбинированные перчатки, утепленные сапоги и подшлемник.

Необходим технический перерыв каждый час, так как глаза машиниста существенно устают в условиях большого количества белого цвета.

В том случае, если ветер усиливается до 12 м в секунду, работа башенного крана должна быть приостановлена.

Обязательно наличие ремня безопасности и предохранительной веревки, которые должны быть тщательно проверены перед их эксплуатацией. При работе в непосредственной близости от вращающихся механизмов важно не допустить попадания одежды и перчаток во вращающиеся элементы.

Полотно кранового пути должно быть очищено от снега и наледи, так как от этого зависит прямая эффективность работы башенного крана.

Важно предохранять краны от ударов, так как в зимнее время они становятся более хрупкими. Частотный преобразователь позволяет плавно и без резких толчков поднимать, опускать и перемещать грузы. Необходимо регулярно проверять все узлы, находящиеся в точках технического контроля.

Заключение

Таким образом, для эффективной и исправной работы техники в условиях холодного климата требуются конструкции, а также узлы и агрегаты, способные переносить низкие температуры, особые горюче-смазочные материалы и особые правила эксплуатации. Это существенно отличает эксплуатацию техники в холодном климате от эксплуатации в других климатических условиях. Низкая температура сильно сказывается на узлах и агрегатах машин, увеличивая на них нагрузку. По этой причине спецтехника, эксплуатирующаяся в условиях низкой температуры, особенно в условиях Крайнего Севера, должна быть максимально к этому приспособлена.

Библиография

1. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия.
2. Ереско А.С. Имитационная математическая модель усовершенствованного гидропривода грузоподъемных механизмов // Вестник НИИ СУВПТ. Красноярск, 2003. С. 257-261.
3. Ереско С.П. Анализ нагрузочного режима гидроцилиндров рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов

- // Транспортные средства Сибири (Состояние и проблемы) Материалы межвузовской научно-практической конференции. Красноярск, 1994. С. 193-198.
4. Кондаков Л.А. и др. Машиностроительный гидропривод. М.: Машиностроение, 1978. 495 с.
 5. Лейко В.С., Васильченко В.А. Особенности расчета и проектирования гидропривода для обеспечения работоспособности при низких температурах // Вестник машиностроения». 1974. № 9. С. 7-11.
 6. Определение расхода жидкости через щели уплотнений с учетом изменения ее вязкости // Sealing gaps. Hydraul. Pneumat. Power and Controls. 1963. № 9. С. 627-631.
 7. Холодный расчет: особенности строительства в морозы и снегопады. URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/8701-holodnyi-raschet-osobennosti-stroitelstva-v-morozy-i-snegopady>.
 8. Эксплуатация башенного крана в осенне-зимний период. URL: <https://t-magazine.ru/pages/bashkran-winter>.
 9. Эксплуатация дорожно-строительной техники тяжелого класса в зимний период: рекомендации // Komatsu. URL: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=10976>.
 10. Эксплуатация спецтехники в зимнее время. URL: <https://www.stroi-baza.ru/articles/one.php?id=6353>.

Features of operation of construction equipment in a cold climate

Aleksandr S. Zavarin

Bachelor,
Northern (Arctic) Federal University,
163002, 17 naberezhnaya Severnoi Dviny, Arkhangel'sk, Russian Federation;
e-mail: licnost1812z18@yandex.ru

Abstract

Construction, being one of the most important components of human economic activity, is carried out everywhere in different climatic conditions and on different types of terrain. Cold climates are some of the most difficult conditions for the operation of construction equipment. The advantage and need for special equipment in cold climates or in winter increases dramatically. Each type of such technique has its own requirements for performing a certain stage. For the efficient and proper operation of equipment in cold climates, structures are required, as well as components and assemblies, that can withstand low temperatures, special fuels and lubricants and special operating rules. This significantly distinguishes the operation of equipment in cold climates from operation in other climatic conditions. Low temperatures have a strong effect on the components and assemblies of machines, increasing the load on them. For this reason, special equipment operating in low temperature conditions, especially in the Far North, should be maximally adapted to this. According to the regulatory documents, two periods of operation of construction and special equipment are regulated – winter and summer. Each time the equipment is prepared for a certain season, so that it meets all the requirements of operation.

For citation

Zavarin A.S. (2021) Osobennosti ekspluatatsii stroitel'noi tekhniki v kholodnom klimате [Features of operation of construction equipment in a cold climate]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (6A), pp. 382-389. DOI: 10.34670/AR.2021.85.49.034

Keywords

Soil, winter period, special equipment, units, cold climate, equipment, oil, hydraulic system, fuels and lubricants, engine, fuel, chassis.

References

1. *Ekspluatatsiya bashennogo krana v osenne-zimnii period* [Operation of a tower crane in the autumn-winter period]. Available at: <https://t-magazine.ru/pages/bashkran-winter> [Accessed 22/06/2021].
2. *Ekspluatatsiya dorozhno-stroitel'noi tekhniki tyazhelogo klassa v zimnii period: rekomendatsii* [Operation of road-building machinery of heavy class in winter: recommendations]. *Komatsu*. Available at: <https://exkavator.ru/articles/user/~id=10976> [Accessed 17/06/2021].
3. *Ekspluatatsiya spetstekhniki v zimnee vremya* [Operation of special equipment in the winter]. Available at: <https://www.stroi-baza.ru/articles/one.php?id=6353> [Accessed 12/06/2021].
4. Eresko A.S. (2003) Imitatsionnaya matematicheskaya model' usovershenstvovannogo gidroprivoda gruzopod'emnykh mekhanizmov [Simulation mathematical model of the improved hydraulic drive of hoisting mechanisms]. *Vestnik NII SUVPT* [Bulletin of the Research Institute of Control Systems, Wave Processes and Technologies]. Krasnoyarsk, pp. 257-261.
5. Eresko S.P. (1994) Analiz nagruzochnogo rezhima gidrotsilindrov rabocheho oborudovaniya odnokovshovykh ekskavatorov [Analysis of the loading mode of hydraulic cylinders of working equipment of single-bucket excavators]. In: *Materialy mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Transportnye sredstva Sibiri (Sostoyanie i problemy)"* [Proc. Conf. "Transport means of Siberia (State and problems)"]. Krasnoyarsk, pp. 193-198.
6. *GOST 15150-69 Mashiny, pribory i drugie tekhnicheskie izdeliya* [GOST 15150-69 Machines, devices and other technical products].
7. *Kholodnyi raschet: osobennosti stroitel'stva v morozy i snegopady* [Cold calculation: features of construction in frosts and snowfalls]. Available at: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/8701-holodnyi-raschet-osobennosti-stroitelstva-v-morozy-i-snegopady> [Accessed 12/06/2021].
8. Kondakov L.A. et al. (1978) *Mashinostroitel'nyi gidroprivod* [Machine-building hydraulic drive]. Moscow: Mashinostroenie Publ.
9. Leiko V.S., Vasil'chenko V.A. (1974) Osobennosti rascheta i proektirovaniya gidroprivoda dlya obespecheniya rabotosposobnosti pri nizkikh temperaturakh [Features of the calculation and design of a hydraulic drive to ensure performance at low temperatures]. *Vestnik mashinostroeniya* [Mechanical engineering bulletin], 9, pp. 7-11.
10. *Opredelenie raskhoda zhidkosti cherez shcheli uplotnenii s uchetom izmeneniya ee vyazkosti* [Determination of the flow rate of liquid through the slots of the seals taking into account the change in its viscosity] (1963). *Sealing gaps. Hydraul. Pneumat. Power and Controls*, 9, pp. 627-631.