

**УДК 621.879.3**

Мамаева Мария Сергеевна, ст. преподаватель  
кафедры информационных технологий,  
машиностроения и автотранспорта  
(КузГТУ, г.Прокопьевск)

Mamaeva Maria Sergeevna, Senior Lecturer of the  
Department of Information Technology, Machine  
Building and Motor Transport  
(KuzSTU, Prokopyevsk)

Комаров Дмитрий Сергеевич, студент  
(КузГТУ, г.Прокопьевск)

Komarov Dmitry Sergeevich, student  
(KuzSTU, Prokopyevsk)

Ерастов Вячеслав Сергеевич, студент  
(КузГТУ, г.Прокопьевск)

Erastov Vyacheslav Sergeevich, student  
(KuzSTU, Prokopyevsk)

**ПОДХОД К АНАЛИЗУ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА  
НАЛИПАНИЕ И ПРИМЕРЗАНИЕ СВЯЗНЫХ ПОРОД К РАБОЧЕМУ  
ОБОРУДОВАНИЮ ЭКСКАВАТОРОВ В УСЛОВИЯХ  
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**APPROACH TO ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE  
STICKING AND FREEZING OF COHESIVE ROCKS ON THE  
WORKING EQUIPMENT OF EXCAVATORS IN THE KUZBASS**

**Аннотация.** Для эффективного ведения горных работ открытым способом необходимо обеспечить безотказную работу экскаваторов. Особое значение при работе уделяется борьбе с налипанием и примерзанием горных пород на рабочее оборудование экскаваторов. Существуют пассивные и превентивные способы борьбы с налипанием и намерзанием горной массы на поверхность ковшей. Эффективность способов зависит от климатических районов, где эксплуатируется оборудование.

**Ключевые слова:** экскаваторы, навесное оборудование, отчистка ковшей экскаваторов, способы борьбы с налипанием и намерзанием горной массы.

**Annotation.** It is necessary to ensure excavators trouble-free operation for effective open-pit mining. Particular importance is paid to the fight against sticking and freezing of rocks on the excavator's working equipment. There are

passive and preventive ways to combat the sticking and freezing of rock mass on the surface of buckets. The effectiveness of the methods depends on the climatic areas where the equipment is operated.

**Key words:** excavators, attachments, cleaning of excavator buckets, ways to combat sticking and freezing of rock mass.

Расширение парка гидравлических экскаваторов, как в горной промышленности, так и в других отраслях, предопределило тенденцию к совершенствованию уже имеющегося рабочего навесного оборудования гидравлических экскаваторов для решения ряда проблем, влияющих на эффективность ведения горных работ открытым способом. Качественное и быстрое ведение экскавационных работ определило ряд требований предъявляемых к экскавационной технике по надежности, производительности и т.д.

Производителям требуется обеспечить безотказную работу конструктивных элементов на как можно больший промежуток жизненного цикла экскаватора. Крупные компании по производству экскаваторных комплексов с каждым годом все больше и больше совершенствуют все системы комплексов, но при этом имеются факторы, снижающие эффективность работы комплекса и не зависящие от производительности экскаватора: так называемые внешние факторы. Погодные условия, состав перевозимого материала, система технического обслуживания навесного оборудования - все эти факторы непосредственно влияют на производительность экскавационной техники.

В настоящее время многие предприятия разрабатывают и совершенствуют различные способы и технические средства для очистки ковшей экскаваторов от налипших и примерзших связных пород, но многие из них являются неэффективными. Для решения поставленных задач, первоначально, нужно провести анализ этих средств и методов защиты от прилипания и намерзания горной массы на рабочие поверхности экскаваторов в разных климатических и горно-геологических условиях.

Существует два вида способов борьбы с налипанием [2] и намерзанием: пассивные и превентивные. Пассивные способы включают в себя механические, электрические, тепловые и т.д. Превентивные состоят в изменении свойств рабочей поверхности и свойств налипшего или намерзшего материала. Данные способы представлены на рисунках 1 и 2.

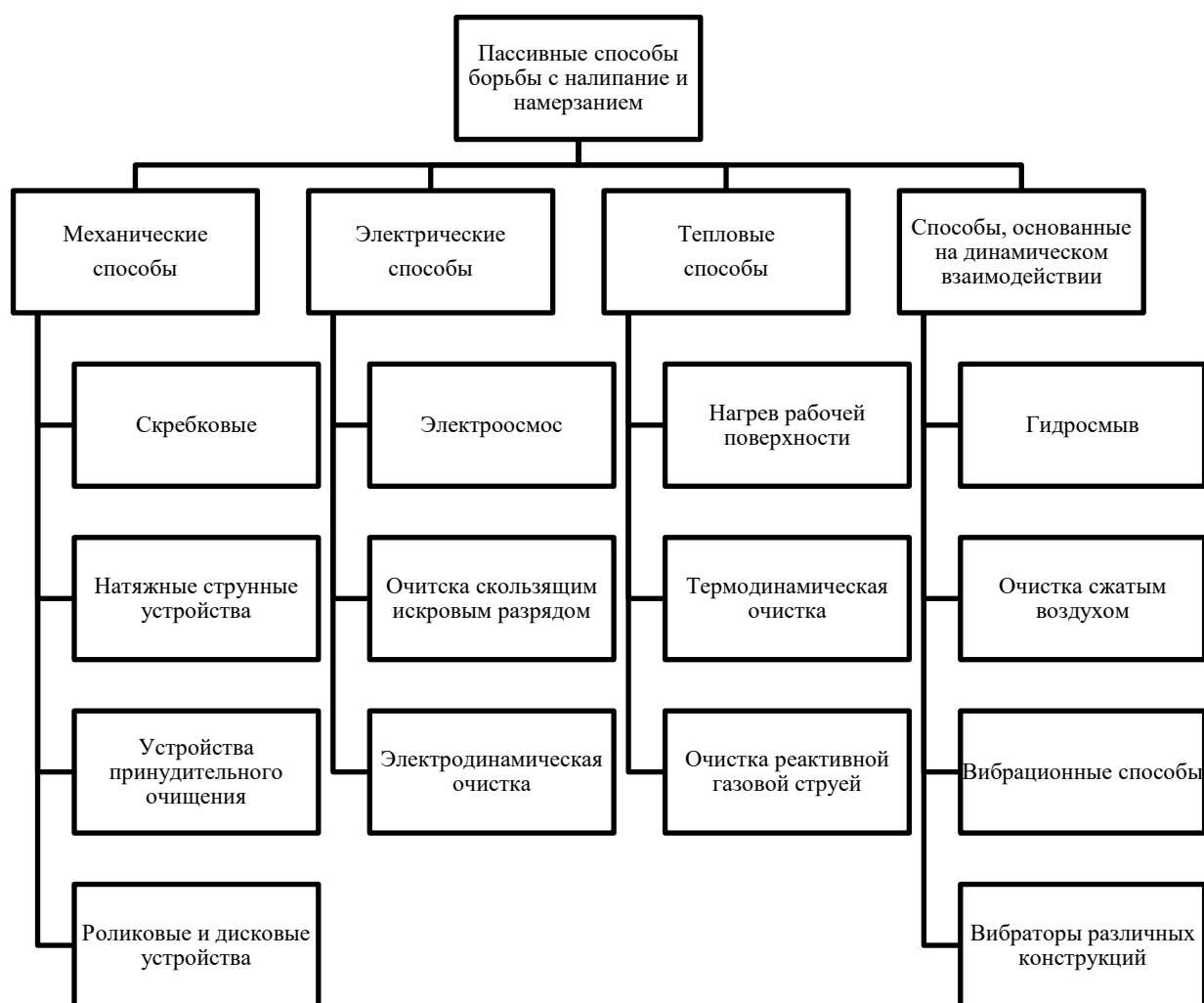


Рисунок 1 – Пассивные способы борьбы с налипанием и намерзанием горной массы на поверхность ковшей экскаваторов

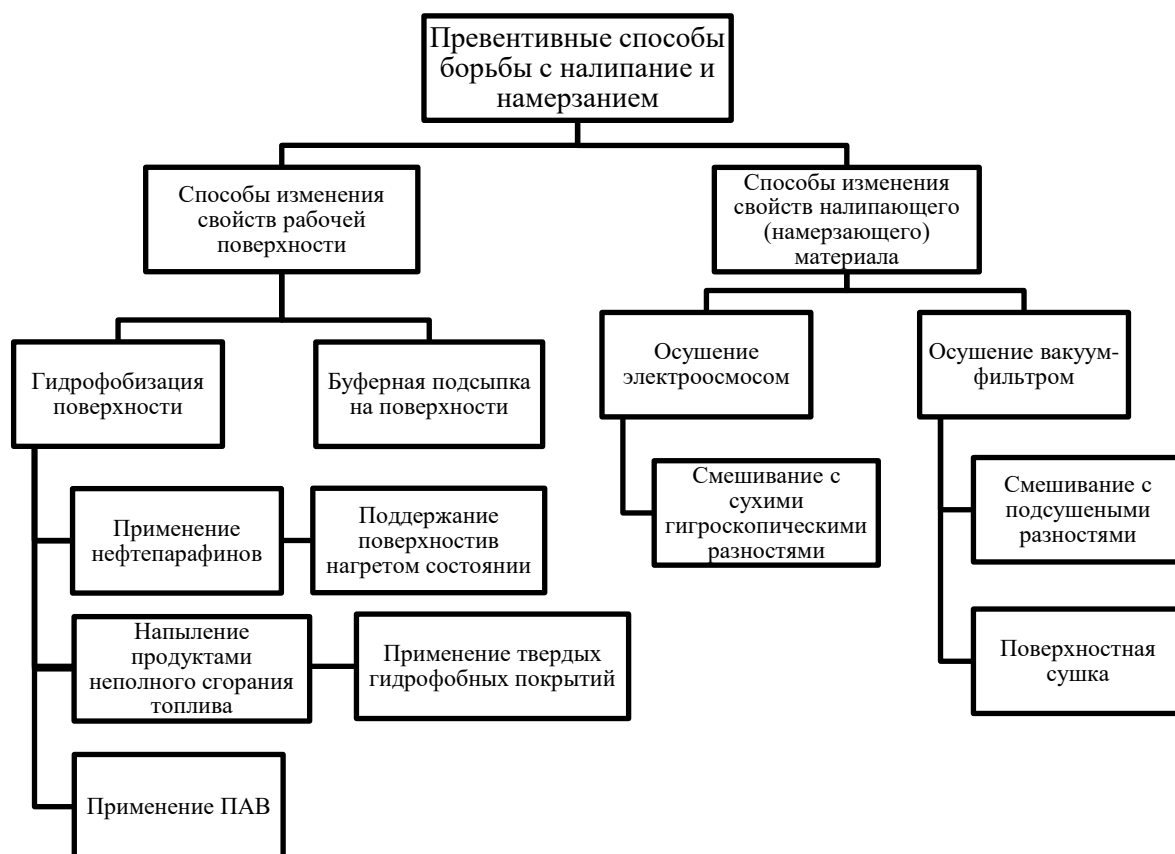


Рисунок 2 – Превентивные способы борьбы с налипанием и намерзанием горной массы на поверхность ковшей экскаваторов

Как показывает практика, самыми распространенными из этих способов являются механические и тепловые. В механических способах можно выделить скребковые и роликовые устройства. Но за счет установки дополнительных устройств в рабочее оборудование, значительно увеличивается вес, сложность технического обслуживания и ремонта. Из-за сложных горно-геологических условий, данные устройства достаточно быстро выходят из строя и теряют свою эффективность.

Эффективность данных способов также во многом зависит от климатических районов, где эксплуатируются экскаваторы.

Анализ климатических данных за 7 лет [4] показал, что климат Кузбасса резко континентальный, с суровой довольно продолжительной зимой и коротким летом (рис.3)

Также из-за климата, по территории кузнецкого угольного бассейна крайне неравномерно распределяются осадки, которые в свою очередь являются одним из основных факторов, влияющих на налипание и намерзание связных пород [1] на поверхности рабочего оборудования горнотранспортных машин.

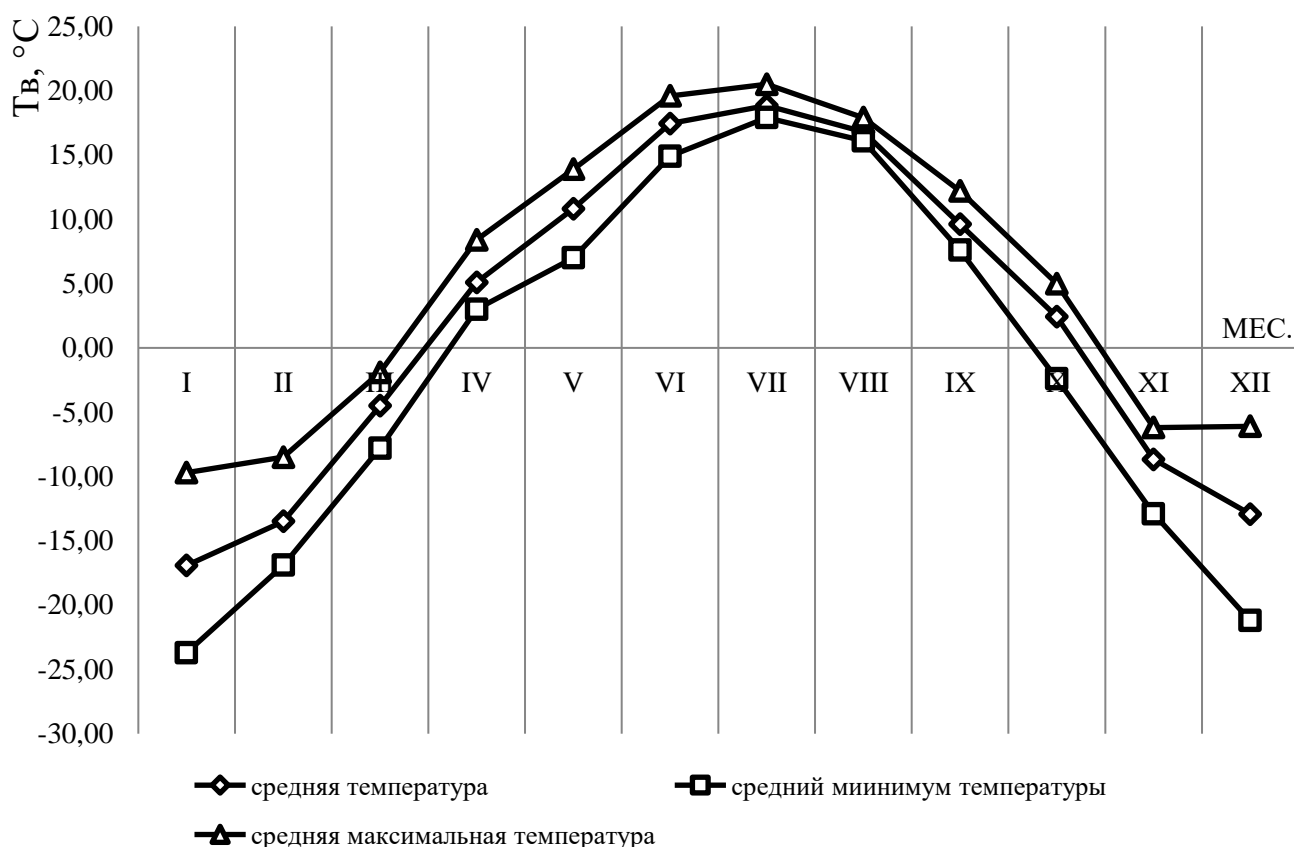


Рис. 3 - Изменение средних естественных температур воздуха погодно-климатических условий на метеостанциях Кемеровской области

Для разработки эффективных способов или технических средств для борьбы с налипанием и намерзанием горной массы в зависимости от погодно-климатических условий следует рассмотреть основные факторы, влияющие на данный процесс и их взаимодействие между собой.

В реальных условиях работы при разработке связных грунтов в Кемеровской области в период отрицательных температур происходит интенсивное намерзание связных пород на рабочие поверхности ковшей экскаваторов, а в переходных периодах - к интенсивному налипанию.

Было принято решение лабораторные исследования [3] явлений налипания и намерзания глинисто-песчаных пород (пылеватого суглинка, для Западной Сибири и Кузбасса) начать с изучения их липкости.

При проведении научно-исследовательской работы была выделена группа факторов, непосредственно влияющих на процесс налипания (намерзания) пород на ковш экскаватора. Эти факторы показаны в таблице № 1.

Таблица № 1 – факторы, влияющие на процесс налипания

№ п/п	Фактор	Обозначение
1.	Влажность грунта ( $x_1$ )	$\omega_{гр}$ (%)
2.	Температура грунта ( $x_2$ )	$T_{гр}$ (°C)
3.	Влажность поверхности рабочего оборудования ( $x_3$ )	$\omega_{ро}$ (%)
4.	Температура поверхности рабочего оборудования ( $x_4$ )	$T_{ро}$ (°C)
5.	Шероховатость пластины ( $x_5$ )	$R_z$ (мкм)

Каждый из факторов может принимать различные значения, но исходя из ранее проведенных опытов, можно сказать, что:

1. Влажность грунта будет принимать значения от 12 до 28%, так как при влажности от 0 до 10% определить липкость невозможно, грунт визуально сухой и рассыпчатый. Липкость начинает проявляться при влажности 12%, в диапазоне от 14 до 22% стабилизируется, что объясняется высокой пористостью насыщаемого жидкостью грунта. При дальнейшем увлажнении липкость растет, достигая максимума до абсолютной влажности 28%, затем липкость начинает снижаться за счет появления свободной жидкости в структуре грунта [3].

2. Температура грунта в зависимости от сезона эксплуатации будет изменяться незначительно, но в то же время в грунте будут наблюдаться процессы массо- и теплопереноса. Изменение температуры грунта будет изменяться в пределах  $-5..+25^{\circ}\text{C}$ . Так как со снижением температуры ниже  $0^{\circ}\text{C}$  во влагосодержащих породах начинают происходить криогенные процессы.

3. Влажность поверхности рабочего оборудования обычно варьируется в пределах от 0% до 30%, при проведении экспериментов условно приняты два состояния: абсолютно сухая поверхность и увлажненная. Температуру поверхности рабочего оборудования можно считать равной температуре грунта: от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ .

4. Во многом налипание зависит от состояния поверхности рабочего оборудования, так как процессы трения, происходящие во время экскавации связных пород, связаны с шероховатостью поверхностей. Шероховатость поверхности принимается в диапазоне от 0,05 мкм до 10 мкм.

## Список литературы

1. Mamaeva, M. Analysis of ways to combat the sticking of rocks on the working equipment of mining machines / M. Mamaeva, I. Muagkih, O. Semenova // E3S Web of Conferences : VIth International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 19–21 октября 2021 года. – Kemerovo: EDP Sciences, 2021. – P. 03002. – DOI 10.1051/e3sconf/202131503002. – EDN FEGJBV.
2. Гольдис, Л. Д. Разработка способов и технических средств борьбы с намерзанием горной массы на рабочие органы добычного оборудования: специальность 05.15.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гольдис Леонид Давидович. – Москва, 1984. – 164 с. – EDN NPMIYR.
3. Разработка стенда для исследования силовых и прочностных параметров машин горизонтального бурения / Л. Е. Маметьев, О. В. Любимов, А. В. Кузнецов [и др.] // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Кемерово, 19–20 октября 2021 года / Редколлегия: Д. М. Дубинкин (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 351-355. – EDN AZNOVG.
4. Летопись погоды в Кемеровской области//Температура воздуха и осадки по месяцам (Кемеровская область, Россия). URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/29645.htm>