

К ВОПРОСУ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ СТАЛЬНЫХ ТРОСОВ

А. А. ВОРОБЬЕВ И Д. Д. САРАТОВКИН

Образование гололеда на поверхности стальных тросов отличается от других случаев гололеда тем, что благодаря строению самого троса, свитого из отдельных стальных проволок, вода, прежде чем замерзнуть, может промочить трос насквозь и, таким образом, лед, покрывший трос, не только держится за его неровную поверхность, но и пронизывает его весь. Это конечно увеличивает прочность ледяного покрова, делает невозможной какую-либо борьбу с обледенением механическими способами удаления льда, вроде обколачивания, соскабливания и т. п.

Способы борьбы с обледенением путем смазки поверхности троса можно разбить на две группы:

1. Смазка полностью не допускает образования льда на поверхности.
2. Смазка ведет к образованию льда, непрочно держащегося на поверхности, рыхлого, легко удаляющегося, или простым механическим способом вроде обколачивания, сотрясения троса, или даже самостоятельно обваливающегося после достижения некоторой толщины.

Смазка троса каким-нибудь маслом, которое пропитывало бы трос и тем самым не допускало бы проникновения воды в его глубину, в щели между отдельными проволоками, должна уменьшить прочность сцепления льда с тросом. Предохранить же от образования льда на поверхности, как известно из литературы и как показали наши исследования, смазка какими бы то ни было маслами не может. Также не дают удовлетворительных результатов и твердые покрытия, уменьшающие смачиваемость покрытой поверхности (парафин, лаки, смолы и т. п.). Все эти покрытия только уменьшают поверхность троса, заполняя щели, и, таким образом, только ослабляют силы сцепления между тросом и образовавшимся на его поверхности льдом.

Применение каких бы то ни было жидкостей, по примеру жидких антифризов, применяемых в авиации для борьбы с обледенением самолетов, в условиях обледенения тросов невозможно по техническим причинам, так как требует постоянной подачи расходующейся жидкости.

Полностью предохранить от образования льда на поверхности троса может только такая смазка, которая или вся или одним из своих компонентов, вступая во взаимодействие с водой, понижала бы температуру ее замерзания ниже температуры окружающего воздуха. Такими веществами могут служить все криогидраты, примером которых является обыкновенная поваренная соль. Покрытие поверхности троса мазью, содержащей соль, ведет к растворению соли в воде, падающей на трос, и к значительному понижению температуры замерзания образующегося рассола. В отдельных случаях эта температура может достигнуть -21°C . Однако, элементарные расчеты показывают, что для полного предохранения от отложения льда требуется очень большое количество соли, достигающее десятков процентов к весу того льда, который отложился бы, если бы не было соли. Это обстоятельство вынуждает отказаться от применения криогидратов как средств, полностью препятствующих образованию льда.

Исследования, проведенные нами, до сих пор не дали возможности получить такую смазку, которая продолжительное время надежно совсем не давала бы льду образовываться на поверхности троса. Мы считаем, что в настоящее время надо идти по пути таких покрытий, которые вызвали бы образование рыхлого, непрочного льда.

Покрытие маслами и твердыми веществами, как указывалось выше, уменьшает прочность сцепления льда с поверхностью троса. Однако этого недостаточно, так как лед прочно может держаться даже на совершенно гладкой полированной поверхности. Изменения же структуры льда, переведения его в рыхлое состояние подобное покрытие не производит. Такие результаты можно получить, только применяя вышеупомянутые криогидраты, действие которых в данном случае рассмотрим более подробно.

Образование гололеда, как известно, происходит в том случае, если на поверхность, имеющую температуру ниже 0°C , падает переохлажденная вода в виде тумана или даже мелких капелек дождя. Наиболее благоприятные условия образования плотного прозрачного льда -2° , -5°C . Кристаллизация воды, т. е. рост ледяного покрова в данном случае подчиняется обычным законам кристаллизации и, что очень важно, ледяные кристаллики так же, как и в других случаях, растут в виде мелких дендритов, т. е. древовидных образований. Как показали исследования в области дендритной кристаллизации и распределения примесей в кристаллах,¹⁾ все посторонние вещества, не участвующие в построении кристалла, как растворенные в воде соли и т. п., оттесняются в пространство между ветвями дендрита и застывают в последнюю очередь при наиболее низкой температуре — температуре затвердевания эвтектики. Если эта температура не достигнута, то, следовательно, ледяной кристалл будет представлять рыхлое образование в виде дендрита, между ветвями которого имеется рассол. Ясно, что достаточно ничтожно тонкой жидкой прослойке, чтобы кристалл мог легко развалиться вдоль по этой прослойке.

Если поверхность троса покрыть мазью, содержащей соль в таком количестве, которого совершенно недостаточно для перевода в жидкое состояние всего отложившегося на тросе льда, то этого количества может оказаться вполне достаточно, чтобы в отложившемся льде было множество мелких трещинок, заполненных раствором соли. Такой лед будет очень хрупким и, что очень важно, тем более хрупким, чем ближе к поверхности, на которой он отложился. При небольших сотрясениях этот лед легко может обвалиться под действием собственной силы тяжести.

Исследования, проведенные нами в этой области, показали правильность приведенных рассуждений и наметили пути разработки соответствующей рецептуры мазей или паст. Для применения на практике можно сейчас предложить ряд способов покрытий, основанных на наших опытах.

В качестве разрыхляющих лед солей, наиболее дешевых и общедоступных, можно предложить поваренную соль, дающую рассол, практически не замерзающий до -20°C и селитру до -12°C . Недостатком этих солей так же, как и всех других, диссоциирующих в водных растворах, является то, что они могут вызвать коррозию, ржавление поверхности троса. Безопасными с этой точки зрения являются гипосульфит и сахар. Первый дает раствор, не замерзающий до -10°C , а второй до -6° , -7°C , т. е. растворы удовлетворительные с точки зрения условий образования гололеда.

Паста для смазки изготавливается следующим способом: канифоль или другая подобная смола смешиваются с керосином приблизительно в соотношении 60% по весу канифоли и 40% керосина. Смешивание следует производить при подогреве, но осторожно, так как смесь легко может вос-

¹⁾ Саратовкин Д. Д. Распределение примесей при кристаллизации. Доклады Академии Наук СССР, 4, стр. 307, 1935.

пламениться. При температуре 0°С эта смесь имеет вязкость подобную обычной патоке или свежему центробежному меду. Применяемые соль, селитра, гипосульфит или сахар растираются в мелкий порошок—муку. Гипосульфит лучше брать безводный. Эта мука всыпается в смесь канифоли с керосином и тщательно растирается до получения однородной пасты. Чем тоньше крупинки, чем однороднее паста, тем лучше. Количество засыпанной муки можно варьировать в зависимости от желаемой густоты пасты. Густота же пасты определяется условиями нанесения ее на трос. Если трос очень холодный, то пасту лучше сделать пожиже. На теплый трос можно наносить более густую пасту. Вообще же густота пасты должна быть подобна густоте засахарившегося меда. Для сахара, в условиях температуры троса—2°, —5°С, мы с успехом применяли пасту следующего состава: на 2.5 части канифоли с керосином—7 частей сахарной муки.

Наилучшие результаты в смысле рыхлости льда, образующегося на тросе, мы получали при применении поваренной соли и безводного гипосульфита, насыпаемых в разных пропорциях, отчего зависела толщина намазываемого слоя, стало быть расход пасты, а также продолжительность ее действия.

Наиболее экономичным является такой слой, который только заполняет щели между проволоками троса и чуть покрывает проволоки, наиболее выступающие. Трос диаметром 0.4 см потребовал пасты 5-6 г на метр. Такая смазка вызвала разрыхление корки льда толщиной до одного-двух сантиметров и, после обваливания ее под действием собственной силы тяжести, действовала еще раза два-три. Дальше паста истощалась и требовала замены, т. е. нового покрытия троса.