

Гибкий трубопровод



МТО ВС РФ № 10 2023Г

Владимир Иванович ДЕМИРОВначальник управления
Департамента ресурсного обеспечения Минобороны РФ,
полковник**Владимир Сергеевич ИВАГИН**кандидат технических наук,
начальник службы – заместитель начальника
управления ресурсного обеспечения Черноморского флота,
полковник**Ильдар Рашитович ГАБДРАШИТОВ**кандидат технических наук,
член научно-технического комитета
Департамента ресурсного обеспечения Минобороны РФ,
майор**Применение плоскостворачиваемых рукавов для преодоления водной преграды**

Снабжение войск топливом – одна из важнейших задач системы материально-технического обеспечения. В условиях современной войны, когда мобильность выходит на первый план, его доставка автомобильным транспортом не всегда представляется возможной в силу разных причин, например разрушения мостов или понтонных переправ.

В армиях иностранных государств для перекачки нефтепродуктов применяются как металлические сборно-разборные трубопроводы, так и плоскостворачиваемые рукава, которые имеют существенно меньший объем и скорость развертывания. Эти преимущества в разы упрощают их логистику.

Развертывание рукавной линии может производиться с кузова автомобиля при его движении по трассе будущего трубопровода без ее предварительной подготовки. Разложенный таким образом трубопровод при подаче давления выравнивается и принимает «удобное» положение. Автомобиль при необходимости может быть заменен вездеходом, проходимость которого обеспечит прокладку практически в любых условиях местности.

Работы на основе плоскостворачиваемых рукавов могут проводиться в кратчайшие сроки, практически с любой допустимой скоростью движения транспортного средства. Это позволяет провести развертывание скрытно: ночью, в туман, дождь, под прикрытием дымовой завесы, в перерывах между пролетами разведывательных спутников противника. Решить аналогичную задачу с помощью сборно-разборных металлических трубопроводов практически невозможно.

В реальных условиях прокладка временного трубопровода по пересеченной местности, как правило, сопряжена с преодолением водных преград, а при необходимости может быть осуществлена при помощи плота или сооружения из подручных средств (**фото 1**).



Фото 1. Размещение плоскосворачиваемых рукавов на плавсредстве

Рукава в этом случае оказываются незаменимыми, поскольку развертывание металлического трубопровода в этих условиях представляет собой достаточно сложную инженерную задачу. Переброска рукавной линии, например, через водную преграду может быть осуществлена любым катером, моторной лодкой. А предварительно собранные в линию рукава необходимой расчетной длины упрощают решение этой задачи в разы, при этом зацепленный передний конец протягивают по водной поверхности. Рукава имеют положительную плавучесть из-за наличия в них небольшого количества воздуха, которого достаточно, чтобы не утонуть даже с учетом металлических соединительных элементов. Поэтому они остаются на поверхности и по мере вытягивания разворачиваются в линию, соединяющую противоположные берега при преодолении водной преграды.

Однако указанное преимущество может иметь обратную сторону: после развертывания рукавной линии по воде она оказывается демаскированной. Заполнение трубопровода продуктом позволяет его «притопить» и «спрятать» от посторонних глаз. Но при подаче топлива рукав продолжает иметь положительную плавучесть, поэтому чтобы исключить его обнаружение беспилотниками или другими техническими средствами разведки, необходимо дополнительно утяжелить развернутую линию с помощью пригрузов (фото 2). Расчет необходимого количества груза предполагает, что рукав, заполненный топливом, не должен всплывать.



Фото 2. Установка пригрузов на развернутой линии трубопровода

Отрезок рукава диаметром d длиной L заполнен топливом плотностью $\rho_{ж}$ и целиком погружен в воду плотностью ρ_0 . Тогда объем вытесненной жидкости будет равен $(\pi d^2/4)L$, а действующая подъемная сила F_1 (равная силе Архимеда за вычетом веса рукава) будет равна:

(1)

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Для примера оценим величину подъемной силы в случае перекачивания по рукаву с внутренним диаметром $d = 100 \text{ мм}$ дизельного топлива, средняя плотность которого $\rho_{\text{ж}} = 850 \text{ кг/м}^3$.

Предполагаем, что водоем заполнен пресной водой плотностью $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Тогда на отрезок рукава длиной $L = 5 \text{ м}$, заполненного топливом, будет действовать подъемная сила F_1 , эквивалентная весу груза примерно 5,9 кг.

Очевидно, при выборе массы балластного груза тоже необходимо учитывать выталкивающую силу. Для решения рассматриваемой задачи применяются заранее заготовленные грузы массой m из материала плотностью $\rho_{\text{гр}}$, тогда объем вытесненной жидкости будет равен $V = m/\rho_{\text{гр}}$, а сила Архимеда F_a , действующая на грузы, будет равна:

(2)

Учитывая, что силу, приложив которую можно будет оторвать груз от грунта, можно вычислить по формуле:

(3)

надежное удержание рукава в притопленном положении возможно, только если эта сила больше, чем подъемная сила (1). Мы получаем неравенство для определения минимально необходимой массы груза:

(4)

После простых преобразований получаем для m следующее выражение:

(5)

Если предварительно подготовленные грузы выполнены из металла с $\rho_{\text{гр}} = 7800 \text{ кг/м}^3$, то для каждого отрезка длиной $L = 5 \text{ м}$ необходим пригруз массой не менее $m = 6,75 \text{ кг}$. Для реки шириной 200 м необходимо иметь 40 таких пригрузов общей массой 270 кг.

Несколько другой результат получится, если в качестве пригрузов использовать мешки, заполненные песком. Тогда плотность песка можно считать $\rho_{\text{п}} = 2600 \text{ кг/м}^3$, а масса каждого пригруза будет составлять $m = 9,6 \text{ кг}$. Для линии длиной 200 м нужно заготовить 40 пригрузов общей массой примерно 400 кг.

На **фото 3** приведен вариант применения пригруза из ящиков с песком.



Фото 3. Применение ящиков с песком в качестве пригруза

Таким образом, предлагается выбирать груз от 2 до 3 раз больше, чем необходимо в соответствии с формулой (5). Т.е. для пригрузов из песка нужный вес составляет примерно от 19 до 29 кг. С учетом насыпной плотности песка 1500 кг/м^3 получаем объем мешка с песком

примерно от 11 до 19 л. Удобнее всего использовать, например, 12-литровое ведро.

Учитывая, что рукавный наконечник изготовлен из стали и имеет массу около 10 кг, не следует устанавливать пригрузы на рукав в непосредственной близости от рукавного наконечника, поскольку он сам играет роль пригруза.

Крепление пригрузов (мешков с песком) к рукаву можно производить с помощью веревки. Чтобы они не смещались по рукаву в процессе его притапливания, следует фиксировать веревку на нем, например, с помощью резиновых ремешков. Притапливание рукавов должно производиться последовательно, чтобы у них внутри не оставались воздушные пузыри (**фото 4**).



Фото 4. Крепление пригрузов к рукавам

Отметим, что рассчитанные пригрузки обеспечивают подводное положение трубопровода, заполненного топливом. Но если его заполнить воздухом, то подъемная сила станет выше примерно в 6 раз и рукав всплывет, что позволит легко снять установленные мешки и демонтировать трубопровод.

Рассмотренный способ подводной прокладки плоскостворачиваемых рукавов позволяет надежно замаскировать трубопровод, проложенный через водную преграду. Развертывание можно производить одновременно с установкой пригрузов, если предварительно разложить необходимое количество рукавов на плавсредстве. Там же следует расположить потребное количество пригрузов и узлы их фиксации на рукаве. При движении плавсредства вдоль линии трубопровода рукав следует опускать в воду вместе с установленными пригрузами, что позволит остаткам воздуха, находящимся во внутренней полости рукава, вытесняться давлением столба воды при его погружении на дно, и он будет занимать подводное положение.

При невозможности одновременной прокладки рукава и установки на него пригрузов необходимо сначала развернуть рукав по водной преграде любым удобным способом, а затем последовательно устанавливать пригрузки, начиная от одного из берегов, чтобы не образовался воздушный мешок посередине. Рукав на противоположном берегу должен быть открыт, чтобы обеспечить свободный выход вытесняемого воздуха.

Перед разборкой трубопровода его следует опорожнить. Заполнение сжатым воздухом приведет к всплытию рукава вместе с пригрузами. Учитывая, что они изготовлены из мешков с песком, целесообразно обрезать удерживающие их веревки. После этого трубопровод можно вытянуть на берег и свернуть, это достаточно легкая задача. Если рукав в каких-то местах не всплыл из-за зацепления на дне части мешков, его можно вытащить имеющимся транспортом. При этом веревки от мешков разорвутся, и они беспрепятственно всплывут.

Применение плоскостворачиваемых рукавов было опробовано в ходе проведения СВО и показало свои положительные стороны для решения задач по развертыванию участков трубопровода для подачи горючего через барьерные рубежи в совокупности с принятым ранее на снабжение войск полевым магистральным трубопроводом ПМТП-100.

Кроме того, отмечается, что развертывание плоскостворачиваемого рукава не вызвало критичных затруднений у воинов-трубопроводчиков и имеет перспективы комплексного применения в составе комплектов ПМТП-100 для преодоления водных, сложнопроходимых и заболоченных участков местности при действиях подразделений в условиях дефицита времени и обеспечения скрытности действия войск.

Список используемых источников

1. Полевые магистральные трубопроводы повышенной производительности. Руководство по эксплуатации (РЭ). М.: Воениздат, 1982. С. 11–14, 111–112.

17 Октября 2023 19:46

Адрес страницы: <http://mto.ric.mil.ru/Stati/item/521357/>

