

СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Изобретение относится к гидротехническому строительству преимущественно к технологии сооружения автодорожного тоннеля под руслом реки или под дном иной акватории.

Известно изобретение «Способ прокладки тоннеля через водную преграду» [1] (аналог). В нём раскрыт способ возведения подводного тоннеля. Сущность изобретения заключается в следующем. Секции тоннеля монтируют на плавзаводе. Стыкуют секции посредством эластичных вставок. Опускание тоннеля на дно траншеи осуществляется посредством гидроусилителей, начиная с крайней секции.

Это известное техническое решение имеет существенные недостатки, которые заключаются в следующем:

- при строительстве тоннеля используется специальный сложный плавучий завод для изготовления секций, их монтажа и спуска под воду, что существенно усложняет и удорожает строительство;
- стыкование секций посредством эластичных вставок снижает надёжность герметизации стыка секций;
- сложная система опускания тоннеля на дно акватории с помощью гидроусилителей, что ведет к увеличению срока строительства;
- при строительстве тоннеля надолго перекрывается возможное судоходство по реке или иной акватории.

Также известно изобретение «Способ возведения тоннеля мелкого заложения на дне акватории» [2] (аналог). Способ включает использование единого с управляемой плавучестью средства без донной части, вывод этого средства на трассу возведения тоннеля, позиционирование и фиксацию на выбранном месте, выравнивание по горизонту, возведение на дне акватории замкнутого в плане участка путём ограждения его пространства с помощью кессонов а затем шпунтов, удаление воды, возведение сухим способом тоннеля. После проведения работ внутри огражденного пространства его ограждение демонтируют и единое с управляемой плавучестью средство без донной части перемещают на следующее место на трассе возведения тоннеля, и цикл повторяется.

Этот способ имеет существенные недостатки, которые заключаются в следующем:

- в трудностях решения задач по транспортировке и позиционировании такого крупногабаритного гидротехнического ограждения, особенно при наличии сильных порывов ветра и больших волнений, что усложняет и увеличивает сроки строительства подводного тоннеля;

- в необходимости надолго перекрывать возможное судоходство по реке или иной акватории.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению по совокупности существенных признаков является принятый за прототип способ сооружения подводных тоннелей из опускаемых секций [3].

Способ включает рытьё траншеи на дне водной акватории, укладку на дно траншеи железобетонных опорных блоков, изготовление на берегу железобетонных опускаемых секций тоннеля, транспортировку на плавучие опусковые секции, имеющих положительную плавучесть, к месту погружения, опускание секций на опорные блоки на дне траншеи, стыкование опущенной секции с ранее установленной, соединение опущенной секции с опорными блоками, разбор герметизирующих диафрагм секций со стороны стыка, бетонирование и гидроизоляцию стыка секций, засыпку траншеи гравием, песком до уровня дна акватории.

Однако прототип имеет существенные недостатки, которые усложняют строительство и увеличивают сроки сооружения подводного тоннеля, а именно:

- сложности обеспечения прочностных характеристик герметизирующих диафрагм опускаемой секции, способных выдерживать давление на дне акватории, устанавливаемых не на торцы секции, а в некотором отдалении от торцов для образования стыковой камеры при стыковании;

- сложности при погружении герметичных опускаемых секций, имеющих, как правило, положительную плавучесть для постановки на опорные блоки;

- сложности при обеспечении точной установки торцевых поверхностей стыкуемых секций на дне акватории;

- необходимость разборки двух прочных герметизирующих диафрагм стыковой камеры после стыкования методом разрушения.

В основу изобретения поставлена задача осуществления такого способа сооружения подводных тоннелей, при котором возможно упрощение технологии производства работ и, как следствие, сокращение сроков строительства.

Поставленная задача достигается тем, что опускаемые секции изготавливают цилиндрическими с раструбом на одном конце и с сужением на другом конце, покрытым слоем резинового уплотнения ближе к концу секции с сужением, и на конце секции с

раструбом выполняют упорные кольца, необходимые для стягивания секций при стыковании; перед транспортировкой на плаву на торец секции со стороны раструба устанавливается съёмная герметизирующая диафрагма, выдерживающая давление воды на поверхности акватории, а на торец со стороны сужения устанавливается съёмная разборная герметизирующая диафрагма сферической формы, выдерживающая давление воды на дне траншеи; перед опусканием на дно на секцию со стороны раструба за упорным кольцом устанавливают съёмное стыкующее устройство, снимают герметизирующую диафрагму со стороны раструба секции и транспортируют диафрагму на берег, где она будет установлена на последующую опускную секцию, после чего опускают заполненную водой секцию на опорные блоки на дне траншеи раструбом к концу со сферической диафрагмой ранее установленной секции; во время стыкования раструбов стыкуемой секции заводят в торец ранее установленной секции, причём её суженный конец и сферическая диафрагма выполняют роль ловителя, затем с помощью стыкующего устройства стягивают секции до обеспечения предварительной герметизации стыковой цилиндрической поверхности, фиксируют стягивающие анkers стыкующего устройства, снимают стыкующее устройство и поднимают его на поверхность, крепят секцию к опорным блокам, после чего откачивают воду из присоединенной секции, обеспечивая дополнительную герметизацию стыковой поверхности, затем производят подводное бетонирование наружного стыка секций между упорными кольцами, после этого разбирают съёмную герметизирующую диафрагму сферической формы ранее уложенной секции, элементы которой через тоннель доставляют на берег, где их устанавливают на следующую готовую к транспортировке секцию; после бетонирования и гидроизоляции стыка изнутри тоннеля насыпают на дно присоединенной секции балласт из щебня и песка и укладывают асфальтовое покрытие дорожного полотна; затем процесс повторяется до окончательного сооружения тоннеля.

Между совокупностью существенных отличительных признаков заявляемого технического решения и достигаемым техническим результатом просматривается система причинно-следственных связей.

В предлагаемом способе сооружения подводных тоннелей благодаря цилиндрической форме упрощается и ускоряется процесс установки погружаемой секции на опорные блоки на дне траншеи, так как не требуется точной установки без крена, как это необходимо при других формах секций для обеспечения герметизации стыка. Также в опускных секциях, в отличие от прототипа, не выполняются стационарные герметизирующие диафрагмы, способные выдерживать давление на дне акватории, которые разбираются методом разрушения после стыкования секций, что упрощает и

ускоряет изготовление секций. Кроме того, изготовление опускных секций с раструбом на одном конце и с сужением на другом, на торец которого устанавливается сферическая герметизирующая диафрагма, играют роль ловителя, обеспечивающего центровку стыковых поверхностей, что существенно облегчает и ускоряет процесс стыковки. Установка достаточно облегчённой съёмной герметизирующей диафрагмы на торец секции со стороны раструба, рассчитанной на обеспечение герметичности только на период буксировки на плаву к месту затопления, ускоряет установку, съём и позволяет использовать её многократно. Установка на торец суженного конца опускной секции съёмной, разборной на отдельные элементы, герметизирующей диафрагмы сферической формы, рассчитанной выдерживать давление на дне акватории, позволяет выполнить её достаточно облегченной. После стыковки секций её можно быстро разбирать на отдельные элементы и многократно использовать на последующих секциях, что существенно облегчает и ускоряет процесс сооружения тоннеля. Перед погружением секции на дно траншеи снимают герметизирующую диафрагму со стороны раструба, секция заполняется водой, приобретая отрицательную плавучесть, поэтому не требуется её пригружать или притягивать тросами с помощью лебёдок к опорным блокам, как в прототипе, что существенно упрощает и ускоряет процесс установки секций на дно траншеи.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где: на фиг.1 показан поперечный разрез опускной секции тоннеля; на фиг.2 – вид опускной секции во время транспортировки на плаву к месту погружения; на фиг.3 – общий вид секций, находящихся в траншее на дне акватории перед стыкованием; на фиг.4 - общий вид секций, находящихся в траншее на дне акватории после стыкования.

Предлагаемый способ сооружения подводных тоннелей реализуется следующим образом. По трассе сооружения тоннеля производят рытьё траншеи 8 (фиг.3, 4) глубиной и шириной, превышающей на 2 метра внешний диаметр опускной секции. На дно траншеи опускают железобетонные опорные блоки 9 (фиг.3, 4) для установки опускных секций. На берегу изготавливают необходимое количество железобетонных опускных секций 1 (фиг.1, 2, 3, 4) цилиндрической формы с раструбом 2 (фиг.1) на одном конце и с сужением 3 (фиг.1) на другом конце, покрытом слоем резинового уплотнения 4 (фиг.1, 4). Ближе к концу секции с сужением и на конце с раструбом выполняют упорные кольца 5 (фиг.1, 4), необходимые для стягивания секций при стыковании. Перед спуском на воду очередной готовой опускной секции на торец со стороны раструба 2 устанавливается съёмная герметизирующая диафрагма 6 (фиг.2), рассчитанная на давление воды на поверхности акватории, а на торец со стороны сужения 3 устанавливается съёмная разборная

герметизирующая диафрагма 7 (фиг.2, 3, 4), предназначенная выдерживать давление воды на дне траншеи. После чего герметичную секцию, заполненную воздухом и имеющую положительную плавучесть, буксируют на плаву на трассу тоннеля (фиг.2). Перед опусканием секции на дно акватории её подвешивают на стропы плавучего крана, за упорным кольцом 5 со стороны раструба 2 секции устанавливают съёмное стыкующее устройство 10 (фиг.3) и снимают диафрагму 6, которую транспортируют на берег, где она будет установлена на последующую опускаемую секцию. После заполнения секции водой её опускают на дно траншеи 8 и укладывают на опорные блоки 9 (фиг.3, 4) как можно ближе к ранее установленной секции. Во время стыкования раструбов стыкуемой секции заводят в торец ранее уложенной секции (фиг.3, 4), причём её суженный конец и сферическая диафрагма 7 выполняют роль ловителя, что существенно облегчает процесс стыкования. Затем с помощью стыкующего устройства 10 (фиг.3) стягивают секции до обеспечения предварительной герметизации стыковой цилиндрической поверхности, фиксируют стягивающие анкера 11 (фиг.4) стыкующего устройства 10, снимают его и поднимают на поверхность, крепят опущенную секцию к опорным блокам 9. (фиг.4), после чего откачивают воду из присоединённой секции, тем самым обеспечивают дополнительную герметизацию стыковой поверхности за счёт торцевого давления воды. Подводное бетонирование наружного стыка 12 (фиг.4, выноска А) между упорными кольцами производят путём подачи бетона с помощью бетононасоса, расположенного на плавсредстве. Затем разбирают диафрагму 7 ранее уложенной секции (фиг.4), элементы которой через ранее образованную часть тоннеля доставляют на берег, где их устанавливают на следующую готовую к транспортировке секцию, после чего производят бетонирование и нанесение гидроизоляции стыка 13 (фиг.4, выноска А) изнутри тоннеля, насыпают на дно присоединённой секции балласт из щебня и песка и укладывают асфальтовое покрытие дорожного полотна. После выполнения этих работ осуществляют засыпку траншеи, где установлена секция, гравием, песком до уровня дна акватории и повторяют весь процесс до окончательного сооружения тоннеля.

Предлагаемый способ сооружения подводных тоннелей существенно упрощает технологию производства работ и, как следствие, обеспечивает сокращение сроков строительства при сохранении прочности и надёжности стыковых соединений в эксплуатационный период.

Литература:

1. Патент SU 1936567 АЗ, МКИ E21D 10/08, опубликованное в БИ №31, 1993 г., выданное на изобретение «Способ прокладки тоннеля через водную преграду», выданное авторам Майорову М.Ф. (SU), Когану Б.И. (SU).
2. Изобретение РФ 2386755, МКИ E02D 29/00, выданное в 2010 г. авторам: Петрову Н.И. (RU), Коростышевскому В.Я. (RU), Кирееву В.Н. (RU) «Способ возведения тоннеля мелкого заложения на дне акватории».
3. Волков В.П., Наумов С.Н., Пирожкова А.Н., Храпов В.Г., Тоннели и метрополитены, М.: Издательство – Транспорт, 1975г., 551 с., глава 24, §-105, Сооружение подводных тоннелей из опускаемых секций.

Проректор по развитию, научной
и инновационной деятельности

М.П. Евстигнеев

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ сооружения подводных тоннелей, включающий рытьё траншеи на дне водной акватории, укладку на дно траншеи железобетонных опорных блоков, изготовление на берегу железобетонных опускаемых секций тоннеля, транспортировку на плавучие опускные секции, имеющих положительную плавучесть, к месту погружения, опускание секций на опорные блоки на дне траншеи, стыкование опущенной секции с ранее установленной, соединение опущенной секции с опорными блоками, разбор герметизирующих диафрагм секций со стороны стыка, бетонирование и гидроизоляцию стыка секций, засыпку траншеи гравием, песком до уровня дна акватории, отличающийся тем, что опускаемые секции изготавливают цилиндрическими с раструбом на одном конце и с сужением на другом конце, покрытым слоем резинового уплотнения ближе к концу секции с сужением, и на конце секции с раструбом выполняют упорные кольца, необходимые для стягивания секций при стыковании; перед транспортировкой на плавучую на торец секции со стороны раструба устанавливается съёмная герметизирующая диафрагма, выдерживающая давление воды на поверхности акватории, а на торец со стороны сужения устанавливается съёмная разборная герметизирующая диафрагма сферической формы, выдерживающая давление воды на дне траншеи; перед опусканием на дно на секцию со стороны раструба за упорным кольцом устанавливают съёмное стыкующее устройство, снимают герметизирующую диафрагму со стороны раструба секции и транспортируют диафрагму на берег, где она будет установлена на последующую опускаемую секцию, после чего опускают заполненную водой секцию на опорные блоки на дне траншеи раструбом к концу со сферической диафрагмой ранее установленной секции; во время стыкования раструбов стыкуемой секции заводят в торец ранее установленной секции, причём её суженный конец и сферическая диафрагма выполняют роль ловителя, затем с помощью стыкующего устройства стягивают секции до обеспечения предварительной герметизации стыковой цилиндрической поверхности, фиксируют стягивающие анкера стыкующего устройства, снимают стыкующее устройство и поднимают его на поверхность, крепят секцию к опорным блокам, после чего откачивают воду из присоединённой секции, обеспечивая дополнительную герметизацию стыковой поверхности, затем производят подводное бетонирование наружного стыка секций между упорными кольцами, после этого разбирают съёмную герметизирующую диафрагму сферической формы ранее уложенной секции, элементы которой через тоннель доставляют на берег, где их устанавливают на следующую готовую к транспортировке секцию; после бетонирования и гидроизоляции стыка изнутри тоннеля

насыпают на дно присоединенной секции балласт из щебня и песка и укладывают асфальтовое покрытие дорожного полотна; затем процесс повторяется до окончательного сооружения тоннеля.

Проректор по развитию, научной
и инновационной деятельности

М.П. Евстигнеев

РЕФЕРАТ

Изобретение относится к гидротехническому строительству преимущественно к технологии сооружения автодорожного тоннеля под руслом реки или под дном иной акватории.

В основу изобретения поставлена задача осуществления такого способа сооружения подводных тоннелей, при котором возможно упрощение технологии производства работ и, как следствие, сокращение сроков строительства.

Это достигается использованием метода опускаемых секций, изготавливаемых на берегу без герметизирующих диафрагм с раструбом на одном конце и с сужением на другом конце секции. Для обеспечения плавучести при буксировке устанавливаются на торцы секции съёмные герметизирующие диафрагмы, которые могут быть использованы многократно. Опускание секции на дно акватории и стыковка осуществляется при её заполнении водой, что существенно упрощает и ускоряет эти операции. После стыкования секций и обеспечения герметизации стыка за счёт резинового слоя, нанесенного на суженный конец секции, производится откачка воды из присоединённой секции. Затем на ранее уложенной секции снимается разборная герметизирующая диафрагма, выдерживающая давление воды на дне акватории, элементы которой через ранее образованную часть тоннеля доставляются на берег, где их устанавливают на следующую готовую к транспортировке секцию. После чего производят бетонирование и нанесение гидроизоляции стыка снаружи и изнутри тоннеля, насыпают на дно присоединённой секции балласт из щебня и песка и укладывают асфальтовое покрытие дорожного полотна.