

*Жалалдинов М.М.*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ МАЛЫХ ТРУБ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

*Жалалдинов М.М.*

### ТООЛУУ АЙМАКТАГЫ ЖОЛДОРДО КОЛДОНУЛГАН КИЧИНЕ ТҮТҮКТӨРДҮН ЖЕР ТИТИРӨӨГӨ ТУРУКТУУЛУГУН КАМСЫЗДОО

*M.M. Jalaldinov*

### EARTHQUAKE PROTECTION OF SMALL TUBES OF ROADS IN MOUNTAINOUS TERRAIN

УДК: 624.13

*На основе многочисленных экспериментальных исследований моделей малых труб для горной местности, получены конструктивные решения обеспечивающие сохранность этих сооружений при землетрясении. Предлагаемые раструбные соединения труб на косогорных участках дорог, при наклонном расположении труб, обладают повышенной устойчивостью сдвиговым деформациям в направлении косогора.*

**Ключевые слова:** *раструбные соединения, косогор, концентрация напряжений, сейсмические платформы, конструктивные решения.*

*Тоолу аймактарда курулуучу жолдор үчүн трубалардын моделдеринин көптөгөн эксперименталдык изилдөөлөрдүн негизинде, жер титирөөдө ал курулмалардын бүтүндүгүн, бекемдигин камсыздоочу конструктивдик чечимдер алынды. Биз сунуштаган трубаларды бириктирүү ыкмасы жер бетинде жантык абалда жайгашкан трубаларды жылдыруу деформациясына жогорку туруктуулугун камсыздайт.*

**Негизги сөздөр:** *трубаларды бириктирүүнүн түрү, жантайма, чыналулардын концентрациясы, сейсмикалык платформасы, конструктивдик чечимдер.*

*On the basis of numerous experimental studies of models of small pipes to a mountainous area, received constructive solutions to ensure the safety of these structures during an earthquake. The ball joints on kosogornyh road in the inclined arrangement of the pipes have increased resistance compression counterpart deformations in the direction of kosogora.*

**Key words:** *ball joints, the stress, the concentration of the hills, seismic, structural solutions platform.*

Водопропускные трубы сечением до 1,5 метра являются наиболее распространенными сооружениями на автомобильных и железных дорогах в горной местности и в основном служат для пропуска ливневых вод. Сохранность дороги на участке этих сооружений зависит от конструкции этих труб и как показывает анализ повреждения дорог при слабых и сильных землетрясениях являются основной причиной разрушения дороги.

Повреждения водопропускных труб при землетрясениях или от взрывных работ приводит к частичному или полному выходу из строя дороги на длину 3 ÷ 20 метров и зависит от высоты земляного

полотна, косогорности основания, плотности грунтового основания, уровня грунтовых вод, конструкции оголовка труб и ее защищенности от размыва.

Теоретические исследования изложенные в работе [1] убедительно показывают, что наибольшие напряжения в трубе находятся в сечении, которое находится от оголовка на расстоянии в 2 ÷ 3 диаметра трубы. Результаты этих расчетов имеют подтверждения анализом последствий землетрясений и рядом экспериментов, которые осуществлены нами в зоне промышленных взрывов и на сейсмической платформе. Концентрация напряжения в трубе происходит частично от влияния оголовка трубы, которая часто имеет большую массу и значительно меньше закреплена грунтом, который является откосом земляного полотна. В этой части трубы заметно увеличение амплитуды колебания, что объясняет концентрацию напряжения в сечении трубы и ее частичные повреждения. Деформации водопропускных труб в этих сечениях имеют вид трещин, разрушение стыков с соседним звеном, опускание и проседание отдельных звеньев.

Разрушение стыковых соединений труб, неравномерная осадка звеньев полученные в результате сейсмического воздействия в процессе дальнейшей эксплуатации, из – за воздействия воды в трубе, приводит к резкому увеличению этих незначительных в начальной стадии деформаций. В дальнейшем это приводит к заливанию сечения труб, пропускная способность сечения трубы снижается, что приводит к ее разрушению и к размыву земляного полотна дороги на этом участке трассы дороги.

С учетом вышеперечисленных исследований повреждения труб в насыпях земляного полотна дорог для увеличения их сохранности разработаны ряд конструктивных решений не требующих больших материальных затрат, но снижающие степень повреждения их при землетрясении.

При экспериментальных и натуральных исследований наиболее устойчивыми к воздействию сейсмических сил проявили раструбные оголовки труб – рис. 1

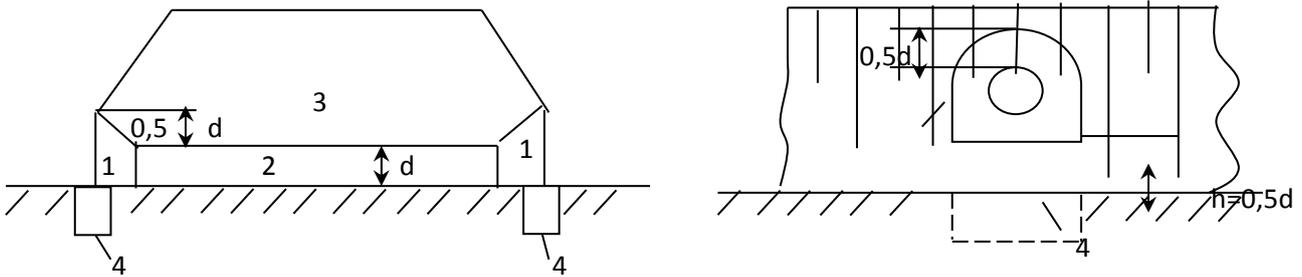


Рис. 1. 1 – раструбный оголовок; 2 – труба; 3 – земляное полотно; 4 – «зуб»

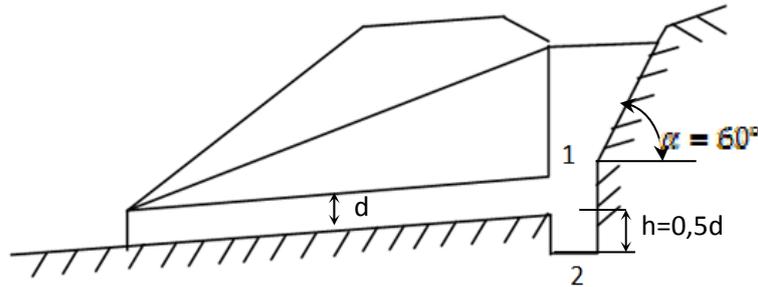


Рис. 2. Труба с шахтным колодцем – 1 и «зубом» – 2.

Для избежания горизонтального смещения от основных звеньев труб при воздействии сейсмического активного давления грунта земляного полотна необходимо проектировать «зуб», что дополнительно сохранит сооружение от подмыва грунта. Для избежания неравномерной осадки трубы по всей ее длине необходимо грунт основания армировать стеклотканью [1].

На крутых косогорных участках расположения труб, наиболее сейсмоустойчивыми проявили конструкции с шахтным колодцем – рис. 2, что позволяет сохранить сооружение от сдвига по плоскости косогора, что неоднократно наблюдалось в последствиях землетрясений и в результатах экспериментов. Углубление в шахтном колодце снижает скорость движения потока воды и препятствует сдвиговым деформациям трубы.

На косогорных участках возведения труб, для сокращения длины трубы необходимо увеличения крутизны откоса или возведения подпорной стенки, что связано с увеличением сметной стоимости искусственного сооружения. Нами рекомендуется укрепление откоса насыпи и надежности работы водопропускной трубы с помощью свай – рис. 3.

Расстояние между сваями определяется в зависимости от косогорности откоса, высоты насыпи, характеристики грунтов и от диаметра трубы:

$$L = \frac{10m_k F}{\Delta n \varphi_d k_t} + 2htg\alpha \quad (1)$$

где  $m_k$  – заложение косогора;  $H$  – высота насыпи;  $F$  – площадь боковой поверхности;  $\varphi_d$  – динамический коэффициент характеристики грунтов, для

связных  $\varphi_d = 20$ , для песчаных  $\varphi_d = 50$ ;  $k_t$  – коэффициент (табл. 3 (СНиП II 7 – 81)), для транспортных сооружений  $k_t = 0,25$ ;  $A$  – сейсмический коэффициент;  $h$  – длина свай;  $\alpha$  – угол забивки свай.

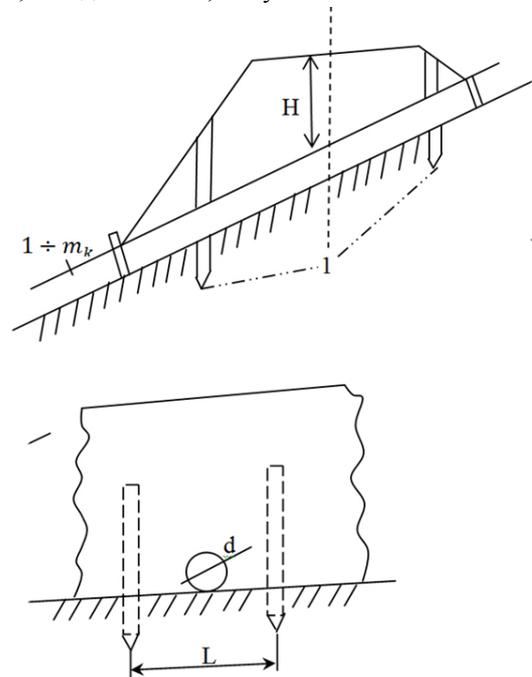


Рис. 3. Укрепление водопропускной трубы и насыпи земляного полотна сваями – 1.

Укрепление насыпи на косогоре позволяет увеличить крутизну откоса земляного полотна, сохраняет насыпь и трубу от скольжения по плоскости косогора, сокращает ее длину трубы и объемы

земляных работ. Если заменить нижний откос насыпи на подпорную стенку – это даст резкое сокращение длины трубы, но расходы на возведение подпорной стенки в три раза дороже укрепления сваями как показывают результаты последствий и землетрясений и ряд экспериментальных исследований – эта конструкция менее устойчива при землетрясении. Железобетонная подпорная стенка более жесткое сооружение и не допускает небольших деформаций без разрушения и на косогоре кроме насыпи на нее воздействует активное сейсмическое давление грунта косогогора, что часто приводит ее к разрушению, так как проектировщики рассчитывают активное давление только от грунта насыпи.

Трубы со ступенчатым переходом на косогорном участке более затруднительны по технологии воздействия. Чтобы избежать повреждения трубы в переходной части из горизонтального в вертикальную составляющую необходимо сделать скос до  $120^\circ$ . Это конструктивное изменение дает снижение активного сейсмического давления грунта и резко увеличивает живое сечение трубы и гарантирует от запора в этом сечении, также увеличивается динамическая жесткость всего сооружения – рис. 4.

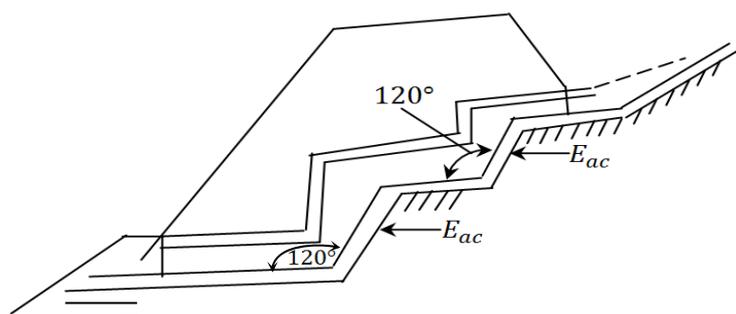


Рис. 4. Труба со ступенчатым переходом и наклонной вертикальной части в основании до  $120^\circ$ .

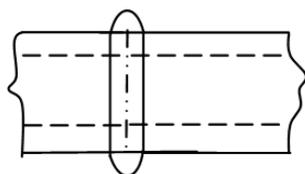


Рис. 5

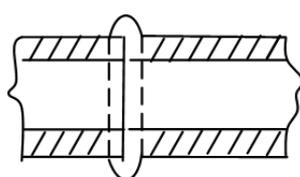


Рис. 6.

При действии сейсмических сил на водопропускные сооружения наибольшую устойчивость проявляют трубы с раструбным соединением, которые применяются в канализационных керамических трубах. Из анализа поведения труб при сильных землетрясениях, эти конструкции получают наименьшие повреждения. Это легко объяснить и проведенные экспериментальные исследования подтверждают и выражается в относительно гибком соединении труб, т.е. соединение труб допускает некоторые деформации без повреждения самих труб, а сооруже-

ние пригодно для дальнейшей эксплуатации после сейсмического воздействия.

Сборные трубы, применяемые на транспортных сооружениях, в местах соединений швы закрывают слоем цементного раствора, который должен обеспечить изоляцию от грунта насыпи и от воды в трубе. Однако накладываемый цементный раствор имеет низкую прочность по сравнению с телом трубы и часто повреждается в процессе засыпки грунта в траншею. При сейсмическом воздействии, от действия сейсмической волны, тело трубы подвергается изгибным деформациям в продольном и поперечном направлении, что приводит к разрушению швов соединений и остаточным деформациям в виде разрыва швов и их раскрытию, что при дальнейшей эксплуатации приводит к разрушению трубы из-за проникания воды и размыву грунта окружающего тело трубы. Подобное разрушение не наблюдается в раструбных трубах, так как деформации смежных колец труб не приводит к разрушению соединений, так как являются более податливыми, гибкими соединениями, а деформации соединений не связаны с большим попаданием воды в грунт земляного полотна дорог, а попадающий в нарушенные соединения заполняют их в процессе эксплуатации.

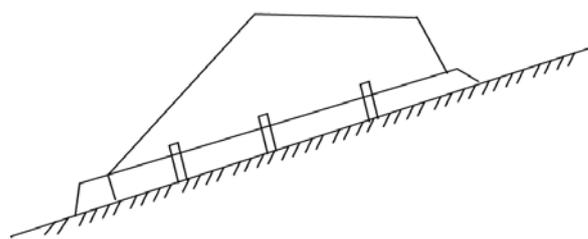


Рис. 7. Труба на косогорном участке с раструбным соединением.

На рис. 5 показано соединение смежных колец труб цементным раствором. На рис. 6 показано раструбное соединение смежных колец труб, которые допускают смещение соседних колец без разрушения при сейсмическом воздействии, так как по существу являются «гибкими» соединениями и обеспечивают дальнейшую нормальную эксплуатацию сооружения после воздействия землетрясения.

Предлагаемые раструбные соединения труб на косогорных участках дорог, при наклонном расположении труб, обладают повышенной устойчивостью сдвиговым деформациям в направлении косогогора, так как имеют лучшее сцепление с грунтом, увеличивается «присоединенная масса» грунта при сейсмическом воздействии, а это снижает напряжение в теле трубы, что исследовано в работе [1] – рис. 7.

#### Литература

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог. КАСИ, Бишкек 1996, 226 с.

Рецензент: к.т.н., доцент Каримов Э.М.