

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА МОСТОВЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ, ОПОРЫ КОТОРЫХ ПОДВЕРЖЕНЫ НЕРАВНОМЕРНЫМ ОСАДКАМ И КРЕНАМ

Наведені випадки значних нерівномірних осадок і кренів опор шляхопроводів, відзначені загальні причини і закономірності в їхній появі і розвитку. Вказані заходи щодо ліквідації аварійності споруд і підвищення їхньої експлуатаційної надійності. Надані рекомендації з організації довгострокових спостережень за такими об'єктами.

Приведены случаи значительных неравномерных осадок и кренов опор путепроводов, отмечены общие причины и закономерности в их появлении и развитии. Указаны меры по ликвидации аварийности сооружений и повышению их эксплуатационной надёжности. Даны рекомендации по организации долговременных наблюдений за такими объектами.

The article provides examples of non-uniform settlements and heels of flyover supports, exposed to a considerable extent, and enlists the common causes and regularities in their appearance and development. The measures on liquidation of an accident rate of facilities and increase of their operational reliability are indicated. Recommendations are given of how to organize long-term observation of such objects.

В своей многолетней практике обследований железнодорожных и автодорожных мостов и путепроводов сотрудники научно-исследовательской лаборатории искусственных сооружений Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна неоднократно сталкивались с такими крайне негативными явлениями, как значительные неравномерные осадки и крены опор мостовых сооружений.

Бороться с такими явлениями достаточно сложно, а последствия их весьма серьезны: от расстройств в деформационных швах и нарушения профиля проезда до вывала опорных частей и реальной угрозы обрушения пролётных строений. Обусловленные различными факторами осадки и крены опор мостов могут протекать крайне неравномерно на протяжении многих лет и десятилетий, приводя к взаимным смещениям элементов в сооружениях до 0,5 м и более.

Выявление причин, характера и темпов протекания осадок и кренов опор – основная задача инженера-обследователя, решение которой позволяет правильно оценить реальную ситуацию и своевременно принять технические и организационные меры, для поддержания сооружения в работоспособном состоянии, а при необходимости наметить пути и сроки рационального усиления фундаментов опор, реконструкции сооружения или его замены. В этом плане показателен опыт эксплуатации и долговременных наблюдений за пятью путепроводами в Днепропетровской области (три сооружения в г. Никополе и два в г. Днепродзержинске), оп-

ры которых оказались подверженными неравномерным осадкам и кренам.

В таблице приведены основные сведения по этим путепроводам. Здесь же дана хронология появления и развития осадок и кренов, а также основных мер, предпринятых для поддержания сооружений в работоспособном состоянии, их реконструкции или замене. Кроме того, в таблицу помещены численные значения некоторых величин, характеризующих наблюдавшиеся взаимные смещения конструктивных элементов.

При всей пестроте данных в таблице четко прослеживается то общее, что присуще всем без исключения сооружениям. Это прежде всего:

- 1) тип фундамента опор – опоры мелкого заложения на естественном основании;
- 2) грунты основания – лессовидные суглинки и супеси, обладающие просадочными свойствами;
- 3) относительно высокие подходные насыпи – высота насыпей у устоев 7,7...10,7 м;
- 4) характер общих деформаций сооружений – осадки и наклоны устоев, а в некоторых случаях и ближайших к устоям промежуточных опор, в сторону насыпей со значительным увеличением зазоров между торцами пролетных строений;
- 5) наличие факторов, провоцирующих обводнение грунтов в основании опор, – общий подъем уровня грунтовых вод в городах Никополе и Днепродзержинске; расположение вблизи сооружений водопропускных труб, лотков, коллекторов; неупорядоченный отвод ливневых и талых вод с проезжей части мостов, от их опор и подходных насыпей.

Основные сведения по дефектным сооружениям

Название, схема и габарит сооружения	Проектная организация, расчетные нагрузки, нормы, год постройки	Тип опор, фундаментов, грунтов в основании. Высота насыпи	Хронология проявления осадок и кренов опор, их величина. Принятые меры
Автодорожный железобетонный путепровод по ул. Электрометаллургов в г. Никополе 14,06 + 2 · 32,96 + +14,06 Г – 14 + 2 · 2,25	Харьковское отделение «Промстройпроект» Н-18 и НК-80 ПиУ-48 г. 1963 г.	Стойчатые двухрядные со сборномонолитными фундаментами мелкого заложения на лессовых просадочных грунтах, насыпи высотой 7,7 и 10,7 м	1966 г. – просадки устоя, конец пролета поднят на нем на 120...300 мм. Утечки из водопропускной трубы. 1988 г. – резкое раскрытие зазора на опоре № 2. Установлена страховочная опора. Значительный наклон валковых опорных частей. Объединение их единой рамкой-обоймой. Начаты систематические наблюдения за деформациями. Февраль 2000 г. – закрыто движение грузового транспорта. Январь 2001 г. – зазор на опоре № 2 достиг 522 мм и увеличился за год на 12 мм. Путепровод реконструируют. Усилены фундаменты опор, переложены балки п. с. 1–2 2002 г. – движение открыто
Автодорожный железобетонный путепровод в г. Никополе на км 229 + 104 а/д Кировоград–Запорожье 22,16 + 32,9 + 22,16 Г – 10,5 + 2 · 1,5	Днепропетровское отделение «Укргипродортранс» Н-30 и НК-80 СН-200-62 1969 г.	Стойчатые однорядные по проекту № 331 с фундаментами стаканного типа мелкого заложения в просадочных лессовых суглинках и супесях, высота насыпи 9,5 м	1992 г. – наклон устоя в сторону насыпи. Начаты наблюдения за осадками и кренами опор. Водопропускные трубы в насыпях в дефектном состоянии. Утечки из коллектора. Неупорядоченный водоотвод. 1995 г. – критическое опирание пролетного строения 2–3 на опору № 2. Вывал катков. Установлена временная страховочная опора из УИКМ. 1998 г. – деформации продолжают-ся. За 14 месяцев опоры осели на 13...40 мм. Путепровод закрывают на реконструкцию с полной заменой старого сооружения на новое, с опорами на свайных фундаментах. 1999 г. ноябрь – открыто движение
Автодорожный железобетонный путепровод на км 5 + 322 а/д Никополь–Первомайское 14,06 + 22,16 + 14,06 Г – 7 + 2 · 1,5	Н-30 и НК-80 СН-200-62 1967 г.	Стойчатые одно- и двухрядные с фундаментами мелкого заложения на лессовых просадочных грунтах, высота насыпи 8,4 м	1993 г. – первое упоминание о деформации. 1999 г. – большой наклон валковых опорных частей на опоре № 2. Установлена временная страховочная опора из УИКМ. Июль 2003 г. – аварийное состояние сооружения из-за неустойчивого опирания пролета 1–2 на опору № 2. Валки отклонены от вертикали на угол > 45°. Зазор на опоре № 2 – 30 см. Осадки и крены устоев в сторону насыпей. Рекомендовано подклинить балки на страховочной опоре, ввести ограничение для движения транспорта, установить наблюдение за сооружением
Железнодорожный путепровод на ст. Баглей в г. Днепро-дзержинске 23,6 + 18,7 + 23,5 + +12,8	Харьковское отделение «Промтранс-проект» Н-7 1952 г.	Массивные необсыпные устои и опоры из бутобетона на монолитных ступенчатых фундаментах в лессовых грунтах, высота насыпи 8,2 и 10,7 м	1953 г. – осадки и крены устоев в сторону насыпей. Начаты наблюдения. 1961 г. – смещение оголовка устоя № 5 из пролета достигло 110 мм. Насыпи садятся на 10...20 см в год, продолжается подъем уровня грунтовых вод. 1991–1995 гг. – наращивание стенок устоев. Замена всех пролетных строений и подферменных камней. Грунтовая вода в 1,5 м от поверхности. 2003 г. – наклоны устоев продолжают-ся. Расстояние и между шкафными стенками устоев увеличились за 50 лет на 74 см
Автодорожный железобетонный путепровод на ул. Октябрьской в г. Днепро-дзержинске 33,00 + 12,00 Г – 16,5 + 2 · 1,5	г. Харьков «Коммуни-проект» Н-30 и НК-80 СН-200-62 1989 г.	Устои-стенки, опора № 2 стойчатая однорядная на фундаментах мелкого заложения в просадочных суглинках и супесях, высота насыпи 9 м.	1991 г. – движение закрыто в связи с деформациями оснований опор. Подъем уровня грунтовых вод 1997 г. Крен устоя № 1 в сторону насыпи. Раскрытие зазора до 40 см. Проведено усиление фундаментов всех опор буроинъекционными сваями. Деформации остановлены 1999 г. – пролет 1–2 «удлинен» при помощи стальных балочек-консольей. Открыто движение всех видов транспорта

Картина наблюдаемых деформаций в сооружениях выглядит так. Под действием вертикального давления грунта высоких насыпей в основании (особенно при их переувлажнении) дают осадки. Осадки эти не одинаковы: у основания конусов они меньше, а у задних граней устоев больше. Устои же в расчете на восприятие горизонтального давления насыпей проектируются с асимметричным относительно равнодействующей всех вертикальных сил развитием площади опирания фундамента в сторону пролета. В фундаментах мелкого заложения это приводит к тому, что в пределах длины фундамента устоя (а она составляет у автодорожных путепроводов 5...8 м, а у железнодорожного 12...14 м) осадки по подошве заметно разнятся. Это ведет к тому, что устои «заваливаются» в сторону насыпи. Примерно то же может иметь место и у расположенных в непосредственной близости к основаниям конусов насыпей промежуточных опор. Однако здесь размер фундаментов вдоль сооружений заметно меньше, чем у устоев, а значит, и менее заметна разница в осадках по подошве фундамента и соответственно меньший крен получает опора. Устои тянут за собой опирающиеся на них пролетные строения, из-за чего на соседних опорах наблюдается значительное увеличение (раскрытие) деформационного зазора, критический наклон валковых опорных частей или вывал катков со всеми вытекающими из этого негативными последствиями, угрожающими целостности сооружения. Требуется установка страховочных опор и принятие других мер, по предотвращению обрушения пролетных строений. Как правило, вводят различные ограничения по массе и скорости движения транспорта, уменьшают число полос движения на автодорожных мостах вплоть до полного закрытия движения.

Все вышеперечисленное позволяет говорить о системной ошибке проектировщиков и строителей этих сооружений. На лессовых просадочных грунтах нельзя проектировать и строить мосты и путепроводы на фундаментах мелкого заложения. Следует всегда учитывать возможность обводнения, вплоть до полного водонасыщения, всей грунтовой толщи в основании фундаментов опор, а также существенно меняющиеся в худшую сторону показатели расчетных сопротивлений и деформативности грунтов лессовой группы. Такое положение, по нашему мнению, следовало записать в СНиП на проектирование мостов и труб.

За сооружениями, опоры которых подвержены неравномерным осадкам и кренам, сле-

дует как можно раньше устанавливать систематический долговременный контроль, включающий в себя:

6) нивелирование по специально заложенным в теле опор маркам. Размещение марок должно давать картину осадок и кренов каждой из мостовых опор в двух взаимно перпендикулярных направлениях;

7) измерение наклонов опор с помощью отвеса на базе не менее 3-5 метров по высоте;

8) в обязательном порядке измерение расстояния между торцами смежных пролетных строений на всех опорах. Для повышения надёжности измерений при организации длительных наблюдений следует установить маяки-марки, дающие возможность (при помощи штангенциркуля, линейки, рулетки или мерной проволоки) следить за раскрытием деформационных зазоров на опорах, а также изменением во времени общего расстояния между шкафными стенками устоев моста (по его левой и правой сторонам).

Обработка и анализ результатов проведенных таким образом наблюдений позволяют своевременно рекомендовать те или иные меры, направленные на поддержание сооружения в работоспособном состоянии и его оздоровление; выбрать пути и сроки реконструкции моста, усиления его опор или же, в крайнем случае, его полной замены.

Так, к настоящему времени один из путепроводов в г. Никополе полностью заменен новым сооружением на сваях, построенным на месте прежнего с сохранением его схемы и габаритных размеров. Ещё один путепровод реконструирован. Фундаменты опор этого сооружения были усилены буронабивными сваями, доведенными до скальных пород. Третий никопольский путепровод находится сейчас в ограниченно работоспособном состоянии. До последнего времени систематические наблюдения за осадками и кренами его опор не велись (упущение эксплуатирующей организации). На этом путепроводе установлена временная страховочная опора и введены ограничения скорости и массы транспортных средств.

Железнодорожный путепровод на подъездном пути к Баглейскому коксохимическому заводу эксплуатируется вот уже полвека без усиления фундаментов опор (при крайне слабых грунтах в их основании и непрекращающихся осадках). Однако за этот период уже дважды пришлось менять на нем пролетные строения из-за все увеличивающегося расстояния между устоями и ближайшими к ним опорами, а также наращивать стенки устоев и неоднократно исправлять профиль железнодо-

рожного пути. И если заменить железнодорожное металлическое пролетное строение на новое, более длинное, можно сравнительно быстро, то с автодорожными железобетонными пролетными строениями дело обстоит намного сложнее.

Оригинальное решение, позволившее сохранить 33-метровое автодорожное пролетное строение, обеспечив при этом его нормальное опирание на «заваленный» в сторону насыпи устой, реализовано на путепроводе по ул. Октябрьской в г. Днепродзержинске. Здесь под каждую из девяти главных балок были подведены металлические удлиняющие балочки-консоли. Эти балочки одним своим концом подвешивались к плите пролетного строения при помощи тяжей, а на втором конце своей нижней плоскостью опирались на подферменную площадку устоя. Таким образом главные балки пролетного строения при помощи дополнительной металлической конструкции удлинялись на необходимую величину [1]. Пятилетний положительный опыт эксплуатации «удлиненного» пролетного строения дает основание рекомендовать взять на вооружение такой способ «наращивания» главных балок.

В заключение ещё раз подчеркнем важность своевременной и правильной организации наблюдений за мостовыми сооружениями, опоры которых подвержены неравномерным осадкам

и кренам. Во избежание повторения ошибок, допущенных при проектировании путепроводов и мостов с фундаментами мелкого заложения, предлагаем.

1. Ввести в нормы на проектирование мостов прямой запрет на применение фундаментов мелкого заложения в просадочных грунтах, а в остальных случаях необходимость обязательного учета возможности изменений уровня обводненности грунтов основания вплоть до их полного водонасыщения.

2. Подбирать размеры фундаментов опор мостов и путепроводов таким образом, чтобы под действием лишь нормативных нагрузок от собственного веса конструкций, грунта засыпки и насыпей подходов (с учетом горизонтального давления последних) осадки по всей площади подошвы фундаментов опор оказывались одинаковыми.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борщов В. И. Обеспечение эксплуатационной надежности путепровода, построенного на просадочных грунтах / В. И. Борщов, В. Т. Гузченко, В. В. Заславский и др. // Будівництво: 36. наук. пр. ДДТУ. – Д., 2001. – Вип. 9. – С. 99–103.

Поступила в редколлегию 05.05.2004.