

УДК 620.193.7:691.32:625.46

**СОВМЕСТНОЕ РАЗРУШАЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ
ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА УТЕЧКИ НА
ОБВОДНЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

**СПІЛЬНИЙ РУЙНІВНИЙ ВПЛИВ ПОСТІЙНОГО І
ЗМІННОГО СТРУМУ ВИТОКУ НА ОБВОДНЕНІ
КОНСТРУКЦІЇ**

**JOINT DESTRUCTIVE EFFECTS OF DIRECT AND
ALTERNATING CURRENT LEAKAGE ON FLOODED
CONSTRUCTIONS**

**Палант Е.В., аспирант (Украинский государственный
университет железнодорожного транспорта, г. Харьков)**

**Палант О.В., аспирант (Український державний університет
залізничного транспорту, м. Харків)**

**Palant O.V., PhD student (Ukrainian State University of Railway
Transport, Kharkiv)**

Виконано дослідження механізму руйнування облицювання набережної річки Харків у м. Харкові, уточнено, що причиною руйнування є спільна дія змінного струму витоку з опор ЛЕП 110 і постійного струму витоку з рейок трамвайної колії, що проходить уздовж набережної. Розкрито механізм їх спільної руйнівної дії. Рекомендовано захисні заходи, зокрема, використання поліуретанових підрейкових прокладок та захисних бар'єрів з поліуретану та рідкоскляних композицій, захисні властивості яких забезпечують функціональні групи з подвійним зв'язком $-C=O$ і $-S=O$.

The article is devoted to the study of the mechanism of destruction of the stone lining of the Kharkiv coastal river in Kharkiv. Near the embankment runs a tram line and on it is a high-voltage power line LEP 110 kV. The article, which has an experimental and theoretical character, carried out field studies of the construction of stone cladding,

the influence of leakage currents on it from the tramway line (DC), and transmission line LEP 110 (AC), considered the mechanism of such influence. The theoretical part of the article is based on the basic principles and laws of Macrocolloid chemistry and Physico-chemical mechanics, in particular, the consideration of the mechanism of facing damage is based on macroelectrokinetic processes – electroosmosis, electrophoresis, flow potential, diffusion, dissolution of a cement stone mortar under their influence. Revealed the actual mechanism of destruction of stone cladding. According to this mechanism, the constant leakage current from the rails of the tramway track created a cyclically excessive negative charge in the embankment soil, as well as in the mortar and concrete of the cladding. Alternating leakage current from power transmission lines gradually led to the dissolution of Portlandite and ettringite of cement stone, creating an excessive negative charge, dissolving the soil and causing cracking in the lining. Constant potential on the rails and excessive negative charge on the river bottom, which is formed, as is well known, due to washing out of its pores and capillaries of K^+ cations by water flow, caused directional macroelectroosmosis and macroelectrophoresis of particles through facing seams in the river. It was concluded that the cause of its destruction is the joint action of an alternating current of leakage from the poles of 110 kV power lines and a direct current of leakage from the rails of the tramway, which was passing along the embankment at that time. The combined effect of alternating and direct leakage currents in actual operating conditions of the flooded structures destroys these structures much more intensively than such currents separately.

Ключові слова: трамвайна колія, опора ЛЕП, облицювання набережної, річка, струми витоку, руйнування, механізм.

Key words: tram track, transmission line support, embankment lining, river, leakage current, destruction, mechanism.

Основные результаты исследований. На набережной по правому берегу реки Харьков города Харькова, протянувшейся от Харьковского моста на Московском проспекте до моста Чигирина, на 2-х участках у этих мостов произошло полное разрушение каменной облицовки с вывалом плит в реку, рис. 1.

Набережная была возведена примерно в 1985 году, а ее разрушение началось проявляться примерно в 2005 году, при этом площадь поврежденных участков резко нарастала. Т.е. в указанных местах облицовка не простояла и 20 лет. В остальных местах она не повреждена и в настоящее время, простояв примерно 33 года. Следует отметить, что разрушившиеся участки облицовки были отремонтированы примерно до 2012 года.

а)



б)



Рис. 1. Участки разрушенной облицовки на Харьковской набережной р. Харьков в г. Харькове: а – возле Харьковского моста; б – у моста Чигирина

Характер повреждений – обвал каменных облицовочных плит, трещины на обнажившейся поверхности, коррозия арматуры, обширные зоны выщелачивания раствора под плитами, рис. 2.

Особенности окружающей территории возле мест, где произошли разрушения набережной, следующие. На набережных стоят высокие опоры линии электропередачи ЛЭП 110 кВ – возле Харьковского моста, рис. 1, а, и у моста Чигирина, рис. 1, б, и еще одна опора между ними. Возле опор у Харьковского моста и моста Чигирина расположены остановки трамвая, у промежуточной опоры остановки трамвая нет.



Рис. 2. Увеличенные фрагменты повреждений в местах разрушенной облицовки возле опоры ЛЭП у моста Чигирина

Авторами работ [1, 2] совместно с другими учеными кафедры СМКиС УкрГУЖТ выполнены исследования механизма разрушения облицовки набережной реки Харьков. Был сделан вывод, что разрушение облицовки с вывалом облицовочных плит обусловлено действием токов утечки из опор высоковольтной ЛЭП.

В настоящей статье выполнены дополнительные исследования механизма разрушения облицовки по данным фотографий на рис. 2 и конструкции облицовки, рис. 3, а также натурных исследований новой облицовки.

Чертеж конструкции укрепления набережной представлен на рис. 3.

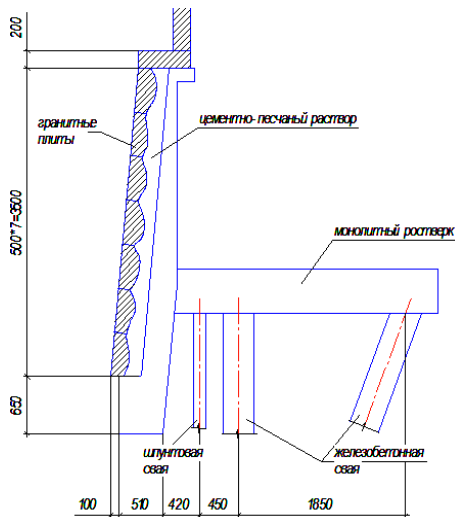


Рис. 3. Конструкция укрепления набережной р. Харьков, г. Харьков

Согласно этому чертежу, под гранитными плитами находится толстый слой цементно-песчаного раствора, плиты закреплены на железобетонной подпорной стенке, из прочного бетона. Основанием под пешеходной частью набережной являются сваи (свайное поле) и ростверк, их объединяющий.

Однако авторы [1, 2] не придали значения влиянию на облицовку токов утечки с рельсов трамвайного пути, который в ту пору проходил вдоль набережной, рис. 4.

Разрушенные участки облицовки как раз находились под остановками трамвая «Мост Чигирина» и «Харьковский мост». Вместе с тем, вдоль реки на противоположной стороне облицовка была лишь незначительно повреждена. Следовательно, разрушение облицовки произошло под совместным действием переменного тока утечки с опоры ЛЭП 110 кВ, и постоянного тока утечки с рельсов трамвайной линии.

Переменный ток утечки с ЛЭП постепенно приводил к растворению порландита и этtringита цементного камня, создавал таким путем избыточный отрицательный заряд, разжижал грунт и вызывал трещинообразование в облицовке.

а)



б)



Рис. 4. Трамвайный путь по Харьковской набережной вдоль реки Харьков:
а – остановка трамвая «Мост Чигирина»; б – трамвай приближается к остановке «Харьковский мост»

Постоянный потенциал на рельсах и избыточный отрицательный заряд на дне реки, образующийся, как известно, из-за вымывания из его пор и капилляров катионов K^+ потоком воды, вызывал направленный макроэлектроосмос и макроэлектрофорез [3] частиц через швы облицовки в реку.

Таким образом, показано, что совместное действие переменных и постоянных токов утечки в реальных условиях эксплуатации обводненных конструкций намного интенсивней разрушает эти конструкции. Вероятно, новая облицовка будет служить намного дольше, чем старая, т.к. с набережной убрали трамвайный путь.

Для повышения надежности подобных сооружений вблизи трамвайных линий и мест с избыточным отрицательным зарядом рекомендуется использовать полиуретановые подрельсовые прокладки и защитные барьеры из полиуретана и жидкостекольных композиций. Защитные свойства этих материалов обеспечивают функциональные группы с двойной связью $-C=O$ и $-S=O$.

Выводы. Выполнены аналитические и натурные исследования механизма разрушения облицовки набережной реки Харьков в г. Харькове на ее участках возле Харьковского моста и возле моста Чигирина. Уточнено, что причиной разрушения являлось совместное действие переменного тока утечки с опор ЛЭП 110 кВ и постоянного тока утечки с рельсов трамвайного пути, проходящего в то время вдоль набережной. Раскрыт механизм такого разрушающего совместного действия токов утечки. Следовательно, совместное действие переменных и постоянных токов утечки в реальных условиях эксплуатации обводненных конструкций намного интенсивней разрушает эти конструкции, чем такие токи в отдельности. Для повышения надежности подобных сооружений вблизи трамвайных линий и мест с избыточным отрицательным зарядом рекомендуется использовать полиуретановые подрельсовые прокладки и защитные барьеры из полиуретана и жидкостекольных композиций.

1. Дудин А.А. Механизм воздействия переменного тока утечки и высоковольтного напряжения на обводненные бетонные, железобетонные и каменные сооружения: дисс. ... к.т.н.: 05.23.05 / Дудин Алексей Аркадьевич. – Х.: 2012. – 154 с.

2. Плугин Д.А. Развитие теории электрокоррозии обводненных конструкций и разработка электрокоррозионностойких материалов и способов защиты : дис. ... докт. технич. наук: 05.23.05. – Х., 2014. – 492 с.

3. Плугин А.Н. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них : монография в 3 т. / [А.Н. Плугин, А.А. Плугин, Л.В. Трикоз и др.]; Под ред. А.Н. Плугина. – К.: Наукова думка, 2011. – Т. 1: Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов. – 2011. – 331 с.