

МРНТИ 67.11.29

А. Аманбай | ©

✉ Магистр строительства
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2439-3411>
🏛️ Управление строительства акимата Жамбылской области
↳ г. Тараз, Казахстан
✉ Alibek.amanbay@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/NWZU2579>

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОГРУЖАЕМОСТИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ ШТАМПОВ С РАЗНОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ФОРМОЙ

Аннотация. Проведены исследования в лабораторных условиях с применением моделей ленточных штампов разной продольной формы. Штампы изготовлены с масштабом моделирования 1:10. Испытания выполнены в грунтовом лотке с насыпным уплотненным грунтом. Выштамповывание траншей с использованием штампов осуществлялось с помощью падающего груза. Погружение штампов в грунт лотка производилось при ступенчато-возрастающем режиме приложения ударной нагрузки. На основе результатов исследований установлено, что количество ударов, затраты энергии на погружение штампов, а также их глубина забивки и состояние выштампованных траншей зависит от продольной формы штампа. Выявлено, из четырех сравниваемых штампов наиболее рациональным является штамп с зубчатой нижней частью.

Ключевые слова: фундамент, штамп, траншея, выштамповываниетраншеи, грунт, погружаемость штампов, энергоемкость погружения, несущая способность.

✍ Аманбай, А. О некоторых результатах исследований погружаемости и энергоемкости ленточных штампов с разной продольной формой [Текст] / А. Аманбай // Механика и технологии / Научный журнал. – 2021. – №4(74). – С.75-83.
<https://doi.org/10.55956/NWZU2579>

Введение. Для выштамповывания траншей под ленточные фундаменты в практике строительства традиционно применяются штампы, имеющие в нижней части форму призмы с основанием в виде трапеции [1]. Использование же штампов с другими формами продольного сечения на стройках СНГ, в том числе на стройках России и Казахстана не имели место. Поэтому для оценки влияния формы продольного сечения штампов по их погружаемости в грунты, энергоемкость выштамповывания и состояние подготовленных траншей авторами проведены соответствующие экспериментальные исследования на моделях в лабораторных условиях. Методика, оборудование и сведения о моделях, принятые в экспериментах представлены в работе [2].

Условия и методы исследований. В настоящей работе рассматриваются результаты исследований с применением 4 штампов, сведения о которых представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

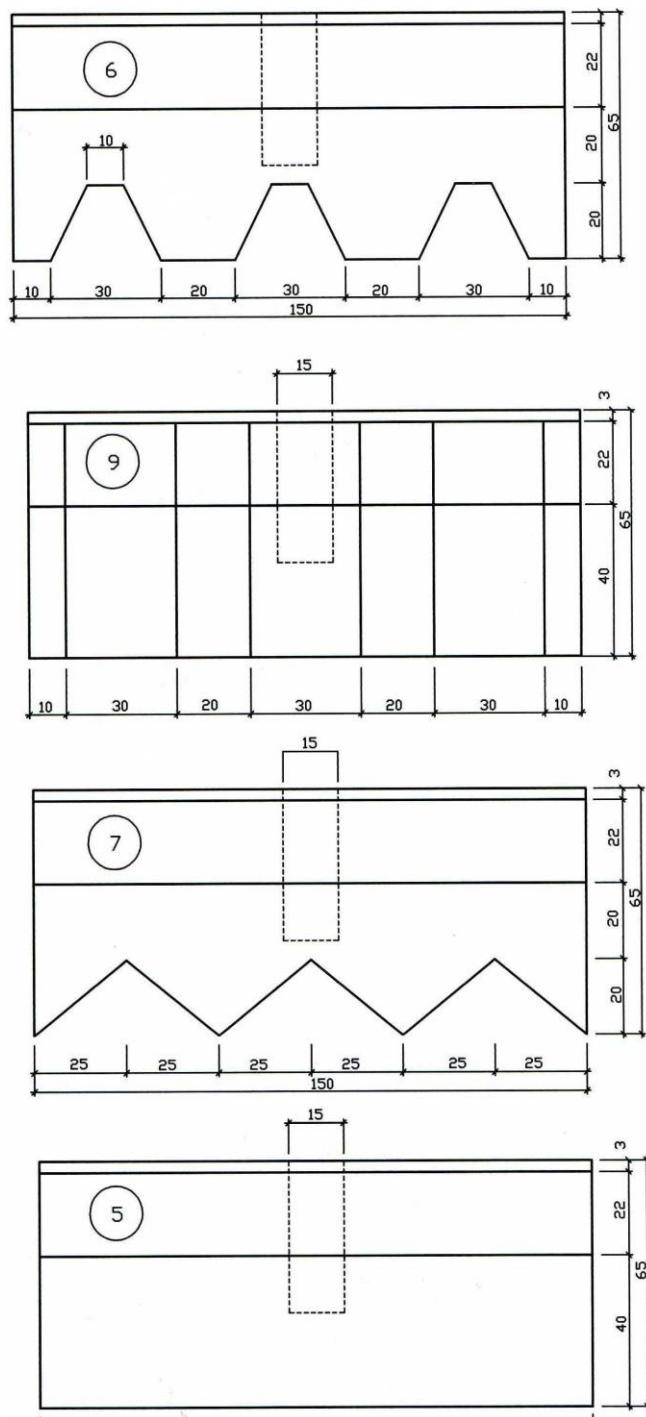


Рис.1 Схемы продольных сечений моделей ленточных штампов

Таблица 1

Геометрические и физические параметры моделей ленточных штампов

Номер штампа	Наименование штампа по форме продольного сечения	Геометрические параметры штампов				Масса штампа, г
		высота, мм	ширина поверху, мм	длина, мм	объем, см ³	
5	С трапециoidalной призматической нижней частью	65	50	150	375,0	409,0
9	Тоже с вертикальными вырезами по боковой поверхности				226,9	360,0
6	С зубчатой нижней частью				337,08	391,0
7	С клиновидно-зубчатой нижней частью				327,6	405,0

Опытное погружение моделей штампов осуществлялось в лотке, в насыпной грунт, представляющий собой суглинок с влажностью 16,9% и плотностью 1,42 г/см³. Масса ударника составляла 1 кг. Режим приложения ударной нагрузки на штампы принимался ступенчато-возрастающим, а именно первые 20 ударов, наносились с высоты 26,3 см, затем 5 ударов – с высоты 30,0 см и еще 5 ударов – с высоты 45,0 см.

Результаты исследований. Результаты экспериментов приведены в таблице 2 на рисунках 2 и 3.

Таблица 2

Результаты погружения ленточных штампов с различной формой продольного сечения

Номер штампа	Глубина погружения штампа, мм			Энергия выштамповывания траншеи при 25 ударамах Э, Дж	Объем выштампованный траншеи при 25 ударамах V, см ³	Удельная энергоемкость процесса выштамповывания траншеи при 25 ударамах Э _v Дж/см ³
	после 20 ударов	после 25 ударов	после 30 ударов			
5	33	36	39	66,32	180,9	0,3666
9	34	38	42	66,32	135,0	0,4912
6	42	46	-	66,32	217,0	0,3056
7	45	50	-	66,32	190,2	0,3486

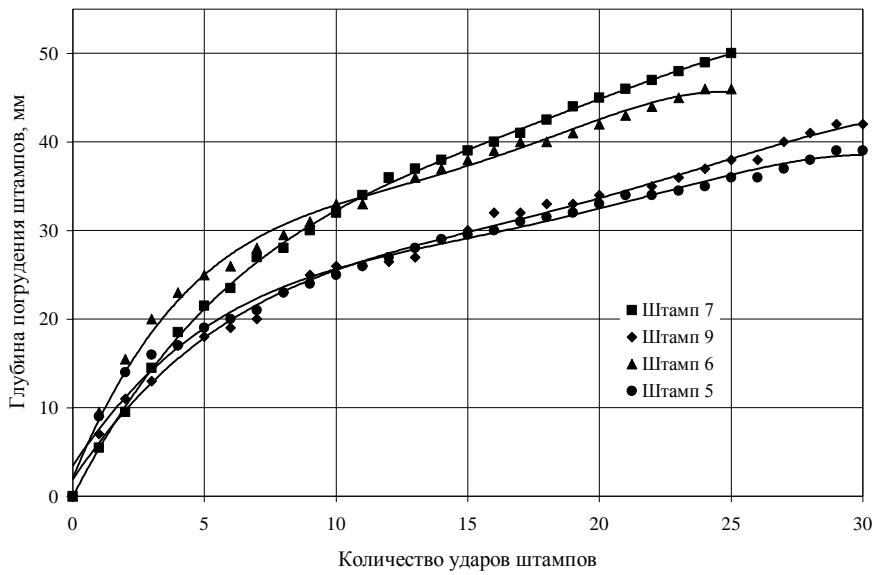


Рис.2. Изменение глубины погружения штампов 5-9
по мере увеличения количества ударов

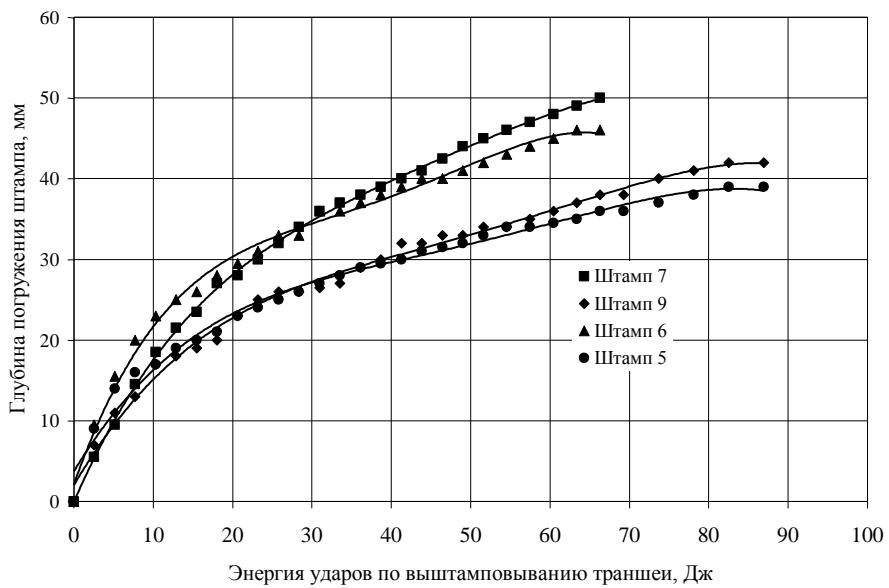


Рис.3. Изменение глубины погружения штампов 5-9
по мере увеличения энергии выштамповывания

Из таблицы 2 видно, что при одинаковом количестве ударов глубина погружения штампов в грунт различная. Так глубина погружения штампов 9, 6 и 7 при 25 ударами соответственно на 5,55, 21,74 и 28,0 % больше, чем глубина погружения штампа 5 (традиционного варианта штампа). Следовательно, лучшая погружаемость, при одинаковых затратах энергии характерна для штампа 7, а худшая погружаемость – для штампа 5.

Для сравнения штампов по энергоемкости погружения определены значения удельной энергоемкости \mathcal{E}_v как отношение полной энергии ударов

по выштамповыванию траншеи Э к объему выштампованной траншеи V. Как видно из таблицы 2 самой низкой удельной энергоемкостью обладает штамп 6, а наиболее высокой – штамп 9. Превышение штампа 9 над штампом 6 по удельной энергоемкости составляет 60,7%. Значение удельной энергоемкости штампа 7 лишь на 14,1 % больше значения соответствующего показателя штампа 6. По рассматриваемому показателю менее энергоемким является процесс погружения штампа 6, а более энергоемким – процесс погружения штампа 9.

Процесс погружения штампов, как правило, сопровождается уменьшением глубины выштамповывания траншей по мере увеличения количества ударов, а следовательно, и энергии ударов ударника (см. рис. 2 и 3.). Эта закономерность характерна для принятого в экспериментах 2-х и 3-х ступенчато-возрастающего режима приложения нагрузки к штампам и обусловлена увеличением сопротивления грунта по глубине по мере проникания штампов в него [3].

Математическая зависимость глубины выштамповывания траншеи от количества ударов ударника описываются следующей полиноминальной функцией 4 степени

$$h_m = fn^4 + an^3 - bn^2 + dn - p \quad (1)$$

где: h_m – глубина выштамповывания траншеи, мм; n – количество ударов по штампу; f, a, b, d, p – коэффициенты, принимаемые по таблице 3.

Таблица 3

Значения коэффициентов, входящих в формулу (1)

Номера штампов	Величина достоверности аппроксимации данных R ²	Коэффициенты				
		f	a	b	d	p
7	0,9993	-0,0002	0,0132	0,3683	5,7779	0,042
6	0,9936	-0,0005	0,03	0,6658	7,2328	2,0427
9	0,9939	-0,0001	0,0106	0,3032	4,4701	1,8729
5	0,9874	-0,0002	0,0126	0,3375	4,5051	3,4129

Математическая зависимость глубины выштамповывания траншеи h_m от энергии ударов по штампу Э описывается формулой (2). При этом значения коэффициентов f, a, b, d, p , принимаются по таблице 4.

$$h_m = f\varTheta^4 - a\varTheta^3 + b\varTheta^2 - d\varTheta + p. \quad (2)$$

Зависимости (1) и (2) можно использовать для прогноза глубины погружения моделей штампов в грунтовых условиях, близких к условиям, принятым в экспериментах.

Таблица 4

Значения коэффициентов, входящих в формулы (2)

Номера штампов	Величина достоверности аппроксимации данных $R^{\wedge 2}$	Коэффициенты				
		f	a	b	d	p
7	0,9993	-4E-06	0,0008	0,0554	2,2385	0,354
6	0,9937	-1E-05	0,0017	0,0971	2,7676	2,1215
9	0,9939	-3E-06	0,0005	0,0418	1,6748	2,038
5	0,9862	-3E-06	0,0006	0,0429	1,6278	3,7486

Обсуждение результаты исследований. Результаты экспериментов показывают, что глубина погружения штампов за 1 удар по мере погружения уменьшается скачкообразно, без каких либо плавных изменений (рис. 4). Такая изменчивость рассматриваемого параметра в большей степени обусловлена неоднородностью грунта по плотности, нежели условиями приложения ударной нагрузки.

Анализ результатов погружения штампов показывает, что при 10 ударамах ударника штампы погружаются на 64-71,7% от конечной глубины выштамповывания, а при 20 ударах соответственно на 89,5-91,7% от конечной глубины (таблица 4). Причем, наилучшие показатели принадлежат штампам 5 и 6, а наихудшие – штампам 7 и 9. Из представленных данных видно, что наиболее эффективными являются первые 10 ударов ударника, на которых приходится большая доля участия в достижении конечной глубины погружения штампов.

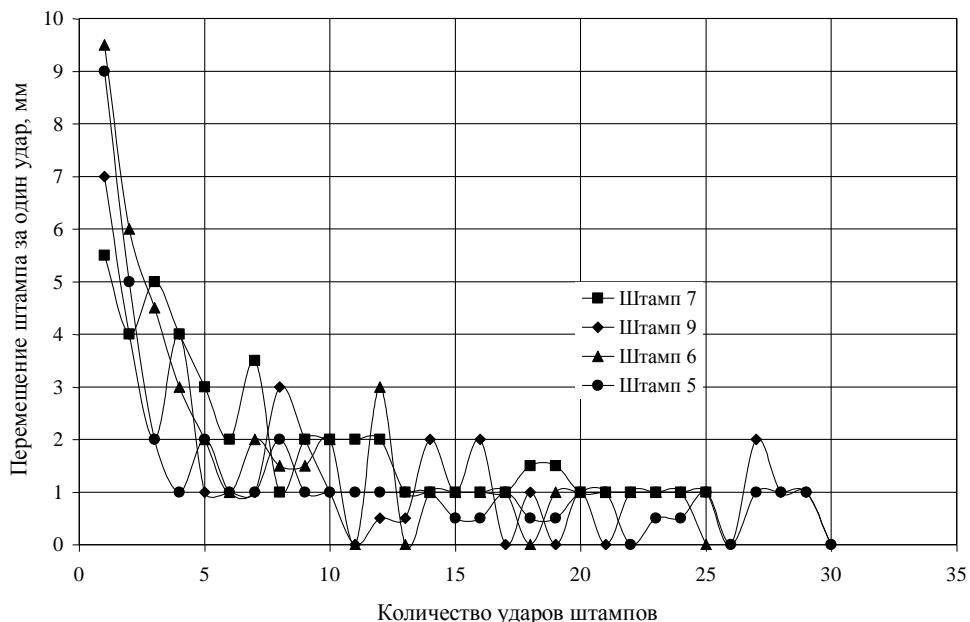


Рис.4. Изменение глубины погружения штампа за удар по мере увеличения количества ударов

Таблица 4

Глубина погружения штампов при 10, 20 и 25 ударах

Номер штампа	Общая глубина погружения штампа в грунт при 25 ударах (66,32 Дж)	Глубина погружения штампа, мм (в процентах)	
		при 10 ударах или при энергии погружения 25,8 Дж (38,9%)	при 20 ударах или при энергии погружения 51,6 Дж (77,8%)
7	50 (100%)	32(64,0%)	45(90,0%)
9	38 (100%)	26(68,4%)	34(89,5%)
6	46 (100%)	33(71,7%)	42(91,3%)
5	36 (100%)	25(69,4%)	33(91,7%)

Для полноты оценки влияния формы штампов на процесс выштамповывания траншей, после извлечения штампов из грунта, производилась визуальная оценка состояния дна и поверхностей стенок готовых траншей (рис.5). Выявлено, что при извлечении всех штампов имеет место частичное обрушение грунта в верхней части торцевых поверхностей траншей. Это вызвано тем, что указанные поверхности штампов строго вертикальные и не имеют уклона. В целом стенки и дно траншей подготовленных штампами 7 и 5 достаточно гладкие, без трещин и отколов грунта. Стенки траншеи, выштампованной штампом 9, имели частичные повреждения в зонах стенных углублений (см. рис. 5), а дно траншеи, выштампованной штампом 6, имели значительные повреждения в зонах зубовых выступов. Последнее происходило из-за того, что при извлечении штампа 6 грунт между его зубьями прилипал к поверхности штампа и извлекался вместе с ним, что в свою очередь вызывало нарушение целостности зубчатой поверхности дна траншеи (см. рис. 5).



Рис. 5 Фрагмент выштампованных траншей

Заключение. В заключение следует отметить, что среди сравниваемых штампов наиболее оптимальным по погружаемости в грунт и сохранности стенок и дна траншеи является штамп 7 с зубчатой нижней частью. По энергоемкости данный штамп лишь незначительно уступает штампу с

клиновидно-зубчатой нижней частью. Эти преимущества, позволяют рекомендовать рассматриваемый штамп для выштамповывания траншей под фундаменты. При применении рассматриваемого штампа для исключения разрушения грунта в верхней части торцевых поверхностей траншеи, торцевые грани штампа следует изготавливать с некоторым уклоном (вовнутрь). Угол наклона торцевых граней штампа к вертикали в соответствии с рекомендациями, изложенными в работах [4,5] должен составлять не менее 6° .

Список литературы

1. Шаевич, В.М. Ленточные фундаменты в котлованах, пробитых штампами с помощью сваебойных агрегатов [Текст] / В.М. Шаевич, Б.И. Рубин, А.С. Кречин, А.И. Куролап // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1988. – №6. – С.19-22.
 2. Аманбай, А. О методике экспериментальных исследований с применением моделей ленточных штампов разной формы [Текст] / А. Аманбай, И.И. Бекбасаров // Материалы РНПК магистрантов, докторантов и молодых преподавателей на тему «Наука и современность-2012». – Тараз: Издательство «Тараз университеті», 2012. – С.114-117.
 3. Бекбасаров, И.И. Ударная уплотняемость глинистого грунта в одометре [Текст] / И.И. Бекбасаров, Г.И. Исаков, А. Аманбай // Материалы РНПК «Ел дамуының көрілі». – Тараз: Издательство «Тараз университеті», 2012. – С.183-187.
 4. Бекбасаров, И.И. О влиянии некоторых геометрических параметров фундаментов в вытрамбованных котлованах на их сопротивляемость действию статической вертикальной нагрузки [Текст] / И.И. Бекбасаров, С.К. Шилибеков, Б.З. Күшкебаев // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала: Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь, 1987. – С.118-126.
 5. Бекбасаров, И.И. Оптимальные формы и размеры фундаментов (в вытрамбованных котлованах) зданий и сооружений [Текст] / И.И. Бекбасаров // Вестник науки АГУ им. С. Сейфуллина. – Астана, 2002. – №3. – С.223-226.

Материал поступил в редакцию 24.12.21.

А. Аманбай

ӘР ТҮРЛІ БОЙЛЫҚ ПІШІНДІ ТАСПАЛАР ШТАМПТАРДЫҢ БАТЫРЫЛУЫ МЕН ЭНЕРГИЯ СЫЫМДЫЛЫҒЫН ЗЕРТЕУДІҢ КЕЙБІР НӘТИЖЕЛЕРИ ТУРАЛЫ

Анданка. Зерттеулер әртүрлі бойлық пішіндегі таспалы штамптардың модельдерін қолдана отырып зертханалық жағдайда жүргізілген. Штамптар 1:10 модельдеу масштабымен жасалған. Сынақтар жайылып тығыздалған топырағы бар топырақ науасында жүргізілген. Траншеяларды тоқпақтауштамптар көмегімен құлатылған жүк арқылы жүзеге асырылған. Штамптарды науа топырағына батыру соққы жүктемесін сатылы-өсу режимінде қолдану негізінде жүргізілген. Зерттеу нәтижелері бойынша соққылар саны, штамптарды батыруға жұмсалатын энергия шығындары, сондай-ақ олардың бату тереңдігі мен тоқпақталған траншеялардың жағдайы штамптың бойлық пішініне байланысты екендігі анықталған. Салыстырылған төрт штамптың арасынан ең тиімдісі - төменгі бөлігі тісті болып келетін штамп екендігі анықталған.

Тірек сөздер: іргетас, штамп, траншея, траншеяны тоқпақтау, топырақ, штампты соққылап қағу, қағудың энергиясының дыбысы, жүк көтеру қабілеті.

A. Amanbai

Construction Department of Akimat of Zhambyl Region, Taraz, Kazakhstan

ABOUT SOME RESULTS OF SUBMERSIBILITY STUDIES AND ENERGY CAPACITY OF BAND STAMPS WITH DIFFERENT LONGITUDINAL FORM

Abstract. Research has been carried out in laboratory conditions using models of tape stamps of various longitudinal shapes. The dies were made with a modeling scale of 1:10. The tests were carried out in a soil chute with compacted bulk soil. Punching trenches using stamps was carried out using a falling weight. The immersion of the dies into the soil of the chute was carried out in a stepwise increasing mode of application of the shock load. Based on the research results, it has been established that the number of impacts, energy consumption for driving the dies, as well as their driving depth and the state of the stamped trenches depend on the longitudinal shape of the stamp. It was revealed that of the four compared stamps, the most rational is a stamp with a toothed lower part.

Keywords: foundation, stamp, trench, punching trenches, soil, immersion of dies, energy consumption of immersion, bearing capacity.

References

1. Shaevich V.M., Rubin B.I., Krechin A.S., Kurolap A.I. Lentochnye fundamenti v kotlovanah, probityh shtampami s pomoshh'ju svaebojnyh agregatov [Tape foundations in pits punched with stamps using pile driving units] // Osnovanija, fundamenti i mehanika grunfov [Foundations, foundations and soil mechanics]. - 1988. - No. 6. - P.19-22. [in Russian].
2. Amanbai A., Bekbasarov I.I. O metodike eksperimental'nyh issledovanij s primeneniem modelej lentochnyh shtampov raznoj formy [On the method of experimental research with the use of models of tape stamps of various shapes] // Materialy RNPK magistrantov, doktorantov i molodyh prepodavatelej na temu «Nauka i sovremennost'-2012» [Materials of the RNPK undergraduates, doctoral students and young teachers on the topic "Science and Modernity-2012"]. - Taraz: Publishing House "Taraz University", 2012. - P.114-117. [in Russian].
3. Bekbasarov I.I., Isakov G.I., Amanbai A. Udarnaja uplotnjaemost' glinstogo grunta v odometre [Shock compaction of clay soil in the odometer] // Materialy RNPK «El damuynyn kerili» [Materials of the RSPK "El damuynyn kepili"]. - Taraz: Publishing House "Taraz University", 2012. - P.183-187. [in Russian].
4. Bekbasarov I.I., Shilibekov S.K., Kushekbaev B.Z. O vlijanii nekotoryh geometricheskikh parametrov fundamentov v vytrambovannyh kotlovanah na ih soprotivljajemost' dejstviju staticheskoy vertikal'noj nagruzki [On the influence of some geometric parameters of foundations in rammed pits on their resistance to static vertical load] // Osnovanija i fundamenti v geologicheskikh uslovijah Urala: Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov [Foundations and foundations in the geological conditions of the Urals: Interuniversity collection of scientific papers]. - Perm, 1987. - P. 118-126. [in Russian].
5. Bekbasarov I.I. Optimal'nye formy i razmery fundamentov (v vytrambovannyh kotlovanah) zdanij i sooruzhenij [Optimal forms and sizes of foundations (in rammed pits) of buildings and structures] // Vestnik nauki AGU im. S. Seifulina [Science Bulletin of ASU im. S. Seifulin]. - Astana, 2002. No.3. P.223-226. [in Russian].