

УДК 691.162

## ГЛУБИННЫЙ ДАТЧИК НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В БЕТОНЕ

**А.В. Белоусов, Д.Н. Шабанов, А.Н. Ягубкин**

Полоцкий государственный университет Евфросинии Полоцкой, г. Новополоцк,  
Республика Беларусь

e-mail: [20pgs2.belousov.a@pdu.by](mailto:20pgs2.belousov.a@pdu.by), [d.shabanov@psu.by](mailto:d.shabanov@psu.by), [a.yagubkin@psu.by](mailto:a.yagubkin@psu.by)

*Оптимизирован корпус глубинного датчика, создан чертёж и 3D-модель для печати, распечатаны и испытаны первые образцы датчика.*

**Ключевые слова:** глубинный датчик, Ansys, бетоны.

## DEPTH SENSOR OF STRESS-STRAIN STATE IN CONCRET

**A. Belousov, D. Shabanov, A. Yagubkin**

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Novopolotsk, Republic of Belarus

e-mail: [20pgs2.belousov.a@pdu.by](mailto:20pgs2.belousov.a@pdu.by), [d.shabanov@psu.by](mailto:d.shabanov@psu.by), [a.yagubkin@psu.by](mailto:a.yagubkin@psu.by)

*The body of the depth sensor has been optimized, a drawing and a 3D model for printing have been created, the first samples of the sensor have been printed and tested.*

**Keywords:** depth sensor, Ansys, concretes.

**Введение.** На данный момент остро стоит вопрос безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Дабы избежать аварий, которые могут привести к гибели людей используются глубинные датчики.

Глубинный датчик для закладки в бетон – устройство, которое устанавливается в железобетонные и бетонные конструкции и служат для предотвращения аварийных ситуаций. На данный момент официально зарегистрированным датчиком является «Датчик деформации композитный для закладки в бетон». Его работа основана на принципе тензометрии. В его корпусе содержится два тензорезистора. Сам датчик имеет двухслойный герметичный корпус. Первый слой покрывает тензорезисторы, а второй слой расположен вокруг стержня вышеуказанных слоёв, состоящих из силикона [1].

Разработка глубинных датчиков началась ещё на базе НПИ В.И. Зубцовым и Л.Н. Фомицей. Ими в качестве материала для производства датчика использовалась сталь, недостатком которой являлась сложность в производстве. Глубинный датчик разрабатывался также Трамбицким Е.А., который использовал композитный материал для датчика цилиндрической формы.

**Экспериментальная часть.** С 2021 года на базе Полоцкого государственного университета началась разработка нового глубинного датчика. В качестве основного материала датчика использовался композитный материал – 3D-пластик для печати. Благодаря данной технологии исключается человеческий фактор, т.к. в основном производство идёт при помощи печати принтера. Материал герметичен, что обеспечит бесперебойную работу в среде бетона и важным фактором является относительно низкая стоимость материала.

Для того, чтобы датчик вызывал минимальные напряжения в теле бетона, подбирались форма корпуса датчика. Были выбраны три основных фигуры: цилиндр, диск и шар. Оптимизация проводилась при помощи программного комплекса ANSYS Workbench [2]. В программ-

ном комплексе корпуса помещались в созданное тело бетона. По итогу, наименьшую концентрацию напряжений вызывал корпус в форме диска.

При помощи программных продуктов AutoCAD и Компас 3D были созданы модели для 3D-печати, в том числе и внутренняя часть датчика. На данный момент были напечатаны рабочие датчики.

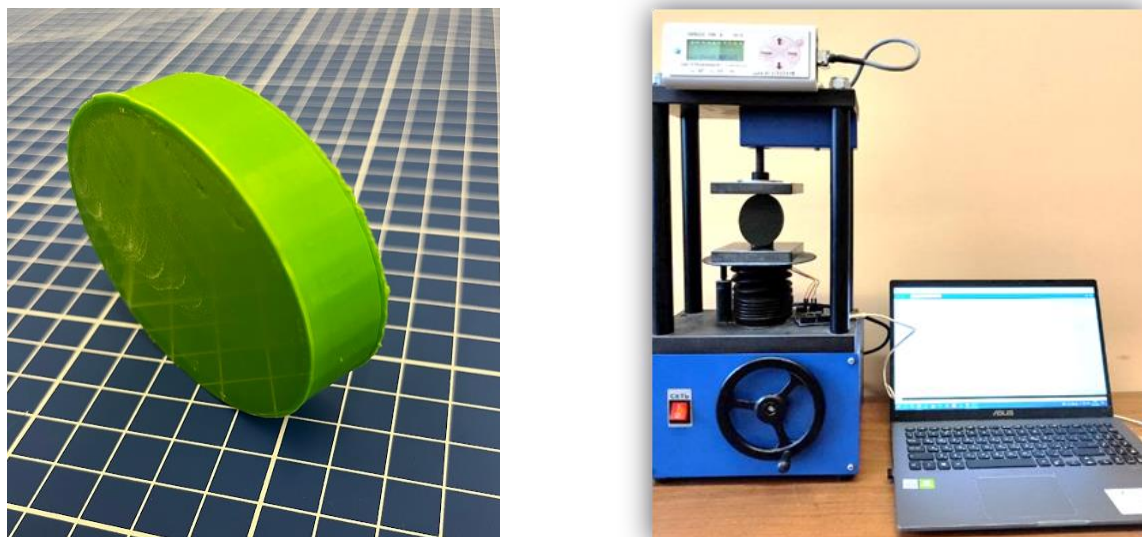
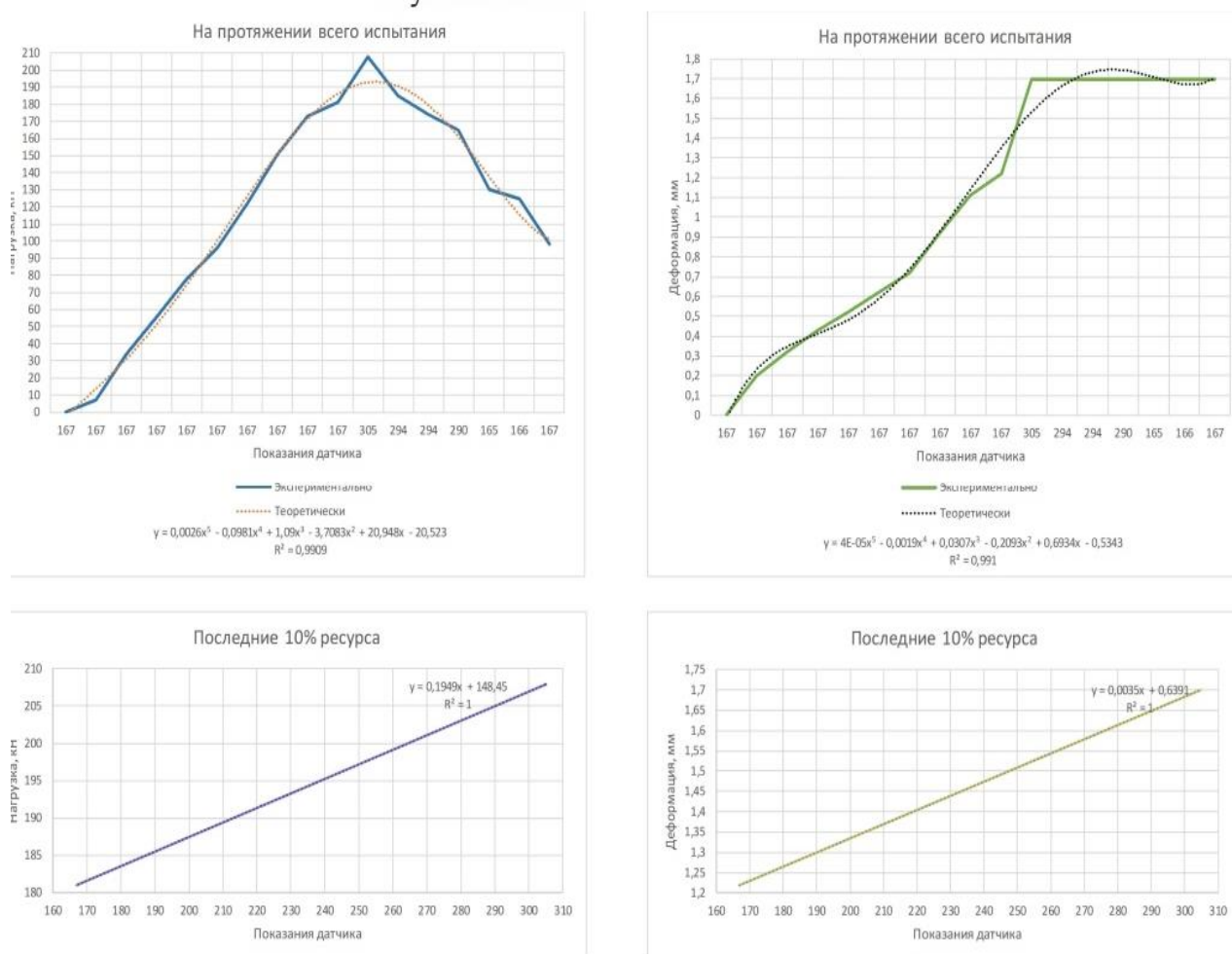


Рисунок 1. – Глубинный датчик с измерительной системой

Были заформованы бетонные кубики размерами 100 x 100 x 100 мм с глубинными датчиками внутри. Эксперимент выполнен с использованием разработанного датчика и параллельно на гидравлическом прессе ПГМ-500МГ4 (Российская Федерация, погрешность пресса – 1%, внесён в госреестр РБ)



Рисунок 2. – Образец после испытаний



**Заключение.** В ходе исследований была выполнена оптимизация корпуса, подобран материал, создана модель и напечатаны первые образцы. Также проведены испытания датчиков. На данный момент, поданы документы на патент изобретения

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Датчик деформации композитный для закладки в бетон. Патент на изобретение № 165 462 МПК G01B7/16- Е.И.Павлов, П.И. Тромифов, М.А. Заварзин.
2. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. – М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с.
3. Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении: ГОСТ . – Введ. 01.09.22. – Москва: Российский институт стандартизации. Основные положения, 2022.
4. Тензорезисторы. Энциклопедия [Electronic resource] / Geotechdata — Mode of access: Тензорезисторы. Энциклопедия электроники L7805CV — Date of access: 15.09.2022.
5. Personal project platform for managing all your Ansys products [Electronic resource] / Geotechdata — Mode of access: <https://www.ansys.com/products/ansys-workbench> — Date of access: 15.09.2022.
6. Белоусов А.В. Определение предела прочности асфальтобетона на растяжение совмещёнными методами исследования / Белоусов А.В. — Новополюцк., 2021.
7. The Wheatstone Bridge Circuit [Electronic resource] / Geotechdata — Mode of access: <https://www.hbm.com/en/7163/wheatstone-bridge-circuit/> — Date of access: 15.09.2022/

8. Белоусов А.В. Глубинные тензорезисторные датчики. Плюсы и недостатки применения / Белоусов А.В. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета имени Ефросинии Полоцкой. – 2022. – №44 (114). – «Прикладные Науки. Строительство». – С.31–32.
9. Белоусов А.В. Применения «оптимизация корпуса глубинного датчика для бетона / Белоусов А.В. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2022. – №44 (114). – «Прикладные Науки. Строительство». – С.33–34.
10. Белоусов А.В. Применения «Оптимизация корпуса глубинного датчика» / Белоусов А.В. // Сборник статей “III Международной научно-практической конференции «Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации» – 2022.