

Н. Э. Емельянов, Н. Д. Топилин

Статус работ с магнитом MPD

В ноябре 2020 г. сверхпроводящий соленоид MPD в транспортном саркофаге был морским путем доставлен в Дубну из Италии. 10 апреля 2021 г. саркофаг, размещенный в экспериментальном зале, был открыт специалистами ЛФВЭ в преддверии визита представителей ASG Superconductors — компании-производителя соленоида. Детальный осмотр показал отсутствие видимых дефектов изделия, что подтвердило высокое качество логистически сложной и длительной транспортировки.

20 апреля под руководством представителей ASG Superconductors, ответственных за контроль качества, был выполнен слаботочный электрический тест соленоида с целью проверки внутренних датчиков системы управления. Тест прошел успешно, замыкания отсутствовали. В будущем эти датчики будут снимать показания всех параметров магнита при его работе: температуры, электрического напряжения, уровня нагрузки на систему подвески холодной массы и др.

21 апреля также в присутствии представителей компании-производителя магнита были проведены

измерения позиции холодной массы относительно криостата при помощи лазерного трекера. Такие измерения необходимы для правильного позиционирования сверхпроводящего соленоида в магнитопроводе. К точности выполнения этой операции предъявляются очень высокие требования, поскольку от положения соленоида в магнитопроводе будет зависеть однородность магнитного поля и рабочие токи. Результаты проведенных измерений будут интегрированы в математическую модель магнитного поля для расчета финального положения криостата в магнитопроводе.

Следующими операциями по сборке и подготовке магнита к запуску будут: пуско-наладка вакуумной системы, тесты герметичности, установка соленоида в магнитопровод, а также подключение криогенной и электрической систем.

В информационном бюллетене «Новости ОИЯИ» (№1, 2021 г.) сообщалось о завершении контрольной сборки магнитопровода MPD в ЛФВЭ ОИЯИ. Финальные измерения геометрии магнитопровода показали исключительно высокие точности сборки.

N. E. Emelyanov, N. D. Topilin

Status of Work on the MPD Magnet

Last November, the sarcophagus with the superconducting solenoid MPD was delivered to Dubna from Italy by water and remained untouched in the experimental hall until 10 April 2021. It was opened on that day. The operation was performed by the VBLHEP specialists on the eve of the visit of representatives of the ASG Superconductors company, the manufacturer of the solenoid. A thorough inspection showed the absence of visible defects of the magnet, which confirmed the high quality of logistically complex and long transportation.

On 20 April, a low-current electrical test of the solenoid was carried out under the supervision of the ASG Superconductors representatives responsible for quality control to check the internal sensors of the control system. The test was a success and there were no short circuits. In the future, these sensors will take readings of all the parameters of the magnet during its operation: tempera-

ture, electrical voltage, the level of load on the suspension system of the cold mass, etc.

On 21 April, the position of the cold mass relative to the cryostat was measured using a laser tracker, also in front of the representatives of the solenoid manufacturer. Such measurements are critical for the correct positioning of the superconducting solenoid in the magnetic circuit. The accuracy of this operation is very high, since the position of the solenoid in the magnetic circuit will depend on the uniformity of the magnetic field and the operating currents. The results of the measurements will be integrated into the mathematical model of the magnetic field to calculate the final position of the cryostat in the magnetic circuit.

The next operations for assembling and preparing the magnet for the launch will be: commissioning of the vacuum system, leak tests, installing the solenoid into the

В начале февраля 2021 г. работы, связанные с созданием магнитопровода, продолжились. Совместно со специалистами ООО «Пелком–Дубна машиностроительный завод» была смонтирована система перемещения MPD. По окончании монтажа и проведения наладочных работ на управляющей аппаратуре были выполнены перемещения магнитопровода массой 610 т, а затем, после установки полюсов, перемещаемая масса составила порядка 700 т. Перемещение магнитопровода MPD осуществлялось плавно, без рывков, с помощью двух электромеханических штоков с рабочим усилием до 70 т каждый. Аппаратура управления системы перемещения позволяет изменять скорость перемещения от 0 до 3 мм в секунду и останавливать в заданной точке с точностью 0,01 мм, что в разы точнее необходимой и достаточной точности. Во время перемещения измерялся прогиб фундамента при нахождении магнитопровода в трех положениях: в рабочей зоне, затем через 6 м в зоне установки полюсов и еще че-

рез 6 м в штатном положении на пучке. Усредненные значения прогибов фундамента составили 0,2–0,4 мм в пределах рабочей длины 19 м. Следовательно, нагрузка на транспортные тележки распределялась практически равномерно, снижая локальные нагрузки на фундамент.

Была отработана технология установки полюсов массой 44 т в опорные кольца и последующего их извлечения. При штатном положении полюсов в опорных кольцах их несоосность относительно друг друга составила 0,21–0,22 мм при допуске 0,25 мм. Данная операция выполнялась впервые, на заводе-изготовителе в Витковице (Чехия) подобной операции не проводилось, поскольку траверса для подъема полюсов была изготовлена позже на предприятии «Атом» (Дубна) по чертежам, разработанным в конструкторском отделе ЛФВЭ.

По окончании полной сборки, наладки и испытаний систем перемещения центральной части магни-

Рис. 1. Подготовка и проведение слаботочного электрического теста

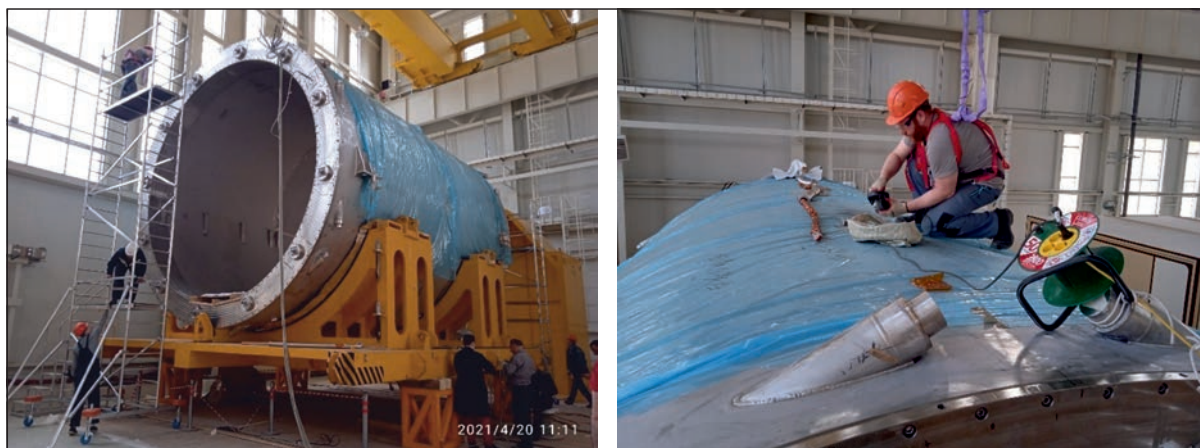


Fig. 1. Preparing and performing a low-current electrical test

magnetic circuit, as well as connecting the cryogenic and electrical systems.

In the previous issue (No. 1, 2021) of “JINR News” bulletin it was reported on the completion of the test assembly of the MPD magnetic circuit at JINR VBLHEP. The final measurements of the magnetic circuit geometry showed extremely high accuracy of the assembly.

At the beginning of February 2021, the work continued on the construction of the MPD magnetic circuit. Together with the specialists of LLC Pelkom Dubna Machine-Building Plant, the MPD transport system was installed. Upon completion of the installation and adjustment of the control equipment, the process of moving the magnetic circuit with a mass of 610 t was performed. And after the poles were installed, the mass to be moved was

about 700 t. The process of moving the MPD magnetic circuit was carried out smoothly and without jerks using two rods with an operating force of up to 70 t each. The control equipment of the transport system allows changing the speed of movement from 0 to 3 mm/s and stopping it at a given point with 0.01 mm accuracy, which is much more accurate than that regarded as necessary and sufficient. During the moving process, the bending of the foundation was measured when the magnetic circuit was located in three positions: in the operating area, then after 6 m in the pole installation area and again after 6 m in the standard position on the beam. The average values of the foundation bending were 0.2–0.4 mm within the operating length of 19 m. Consequently, the load on the transport trolleys

топровода и транспортных опор полюсов была начата подготовка магнитопровода к установке в него магнита, привезенного из Генуи. Были демонтированы верхние 15 плит и оба опорных кольца. Для расчета толщины технологических прокладок под опоры магнита (криостата) проведены дополнительные контрольные измерения положения опорных площадок. Все полученные результаты измерений направлены в ASG Superconductors (Генуя).

Следующий важный этап — установка магнита в магнитопровод — начнется после того, как коллеги из Италии рассчитают положение холодной массы после

охлаждения, учтут реальное положение посадочных опор магнита и опорных узлов на магнитопроводе и выдадут для изготовления чертежи опорных технологических прокладок.

Работа продолжается. Уже изготовлена и испытана траверса для подъема и установки в полюса теплых катушек. Ведутся работы по комплектации криогенного оборудования для испытания криостата.

Рис. 2. Монтаж системы перемещения магнитопровода. Слева: основные штоки с рабочим усилием до 70 т. Справа: штоки с рабочим усилием до 5 т для перемещения транспортной опоры полюсов

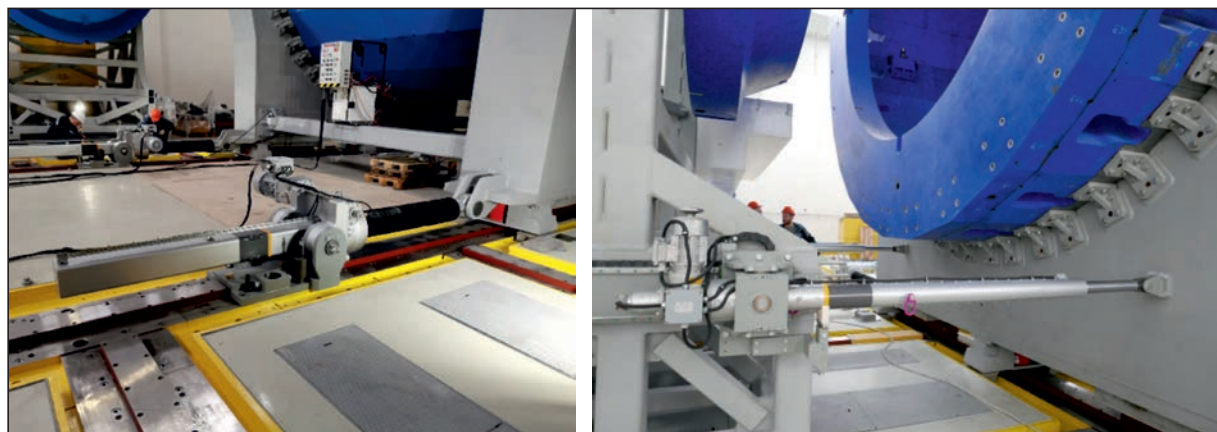


Fig. 2. Installation of the magnetic circuit transport system. Left: main rods with an operating force of up to 70 t. Right: rods with an operating force of up to 5 t for moving the transport rails of the poles

is distributed almost evenly, which reduces the local loads on the foundation.

The technology of installing the poles with a mass of 44 t each into the support rings and their subsequent extraction was perfected. At the standard position of the poles in the support rings, their misalignment relative to each other was 0.21 mm on one side and 0.22 mm on the other with 0.25 mm tolerance allowed. It was the first time this operation had been performed. Such an operation had not been carried out at the manufacturing plant in Vitkovice (Czech Republic), since the traverse for lifting the poles was produced later at NPO Atom (Dubna) according to the drawings developed by the VBLHEP design department.

Upon completion of the assembly, adjustment and testing of the transport systems of the central part of the magnetic circuit and the transport rails of the poles, the preparation of the magnetic circuit for the installation of the magnet delivered from Genoa began. Fifteen top plates and both support rings were removed. To calculate the thickness of the insertions for the supports of the

magnet (cryostat), additional control measurements of the position of the support platforms were performed. All the obtained measurement results were sent to the ASG Superconductors company (Genoa).

The next important step is to install the magnet into the magnetic circuit. To move ahead, our colleagues from Italy should calculate the position of the cold mass after cooling, take into account the actual position of the magnet supports and nodes on the magnetic circuit, and prepare drawings of the insertions for production.

However, our work continues. A traverse for lifting and installing trim coils into the poles has been produced and tested. Work is underway to complete the cryogenic equipment for testing the cryostat.