

К. А. Мухин

О ходе работ по запуску магнита детектора MPD: испытания начались!

После успешной установки соленоида в магнитопровод инженерами ASG superconductors проведено компьютерное моделирование магнитного поля с целью определения влияния отклонений, появившихся при установке соленоида в магнитопровод (которые оказались в пределах допуска и составили по вертикальной оси не более 0,5 мм, а по горизонтальной — 2,4 мм от номинала). По информации производителя — компании ASG, эти отклонения не влияют на однородность магнитного поля, и дополнительная юстировка положения соленоида в магнитопроводе не требуется. С учетом этого соленоид был зафиксирован в своем положении, и началась подготовка к его испытаниям.

До запуска магнита в работу с охлаждением до 4,5 К и начала магнитных измерений необходимо выполнить большой цикл работ по сборке соленоида и его узлов: провести испытания на прочность и герме-

тичность, электрические тесты, осуществить сборку и испытания криогенной системы, а также выполнить монтаж и подключение водяного охлаждения систем электропитания соленоида.

Испытания соленоида предполагают проверку его вакуумного объема на герметичность, а также контуров азотного теплового экрана и циркуляции жидкого гелия на прочность и герметичность. Они проводятся вакуумным методом при фоновом значении течеискаателя не хуже чем $2 \cdot 10^{-8}$ мбар·л/с и при давлении не выше чем $5 \cdot 10^{-4}$ мбар в объеме соленоида. Данные требования заданы производителем и позволяют определять даже незначительные течи. Проверка целостности вакуумного объема соленоида проводилась путем обдува гелием снаружи всех сварных швов, а также глухих фланцев, которые были установлены вместо транспортных штифтов, предохраняющих все внутреннее оборудование, тепловые мосты, опоры и

К. А. Mukhin

On the Launch Status of the MPD Detector Magnet: We Started Tests!

After the successful installation of the solenoid into the magnetic circuit, engineers of ASG Superconductors performed a computer simulation of the magnetic field. The simulation was aimed to determine the effect of deviations that appeared while installing the solenoid into the magnetic circuit. These deviations were within tolerance and amounted to no more than 0.5 mm along the vertical axis and 2.4 mm along the horizontal one from the nominal value. According to the manufacturer, the ASG company, these deviations did not influence the uniformity of the magnetic field, so there was no need to perform additional adjustment of the solenoid position in the magnetic circuit. Taking this into account, the solenoid was installed in its position, and we started preparing for its testing.

Before the magnet is put into operation with cooling up to 4.5 K and we start performing magnetic measurements, we should carry out a lot of work on the assembly of the solenoid and its elements. We should conduct strength and leak tests, perform electrical tests, assemble and test the cryogenic system, as well as assemble and connect the water cooling of the solenoid power supply systems.

The solenoid tests involve checking its vacuum vessel for leakage, as well as the nitrogen thermal shield loop and the loop of liquid helium circulation for strength and leakage. These tests are performed using the vacuum method at a background value of the leak detector of not worse than $2 \cdot 10^{-8}$ mbar·l/s and at a pressure not exceeding $5 \cdot 10^{-4}$ mbar in the solenoid volume. These requirements are given by the manufacturer and allow us to determine

трубопроводы (как указано в документах, cold mass) от повреждения при транспортировке. В случае попадания гелия в откачиваемый объем молекула гелия детектируется течеискателем.

Для проверки на герметичность азотного и гелиевого контуров внутрь каждого из них подается гелий под давлением 10 и 25 бар соответственно. В случае течи гелий также попадет в откачиваемый объем, и течь будет обнаружена. Следует отметить, что давление во время испытаний превышает рабочее в 1,5 раза, что говорит о дополнительном запасе прочности изделия.

Силами сотрудников ЛФВЭ, занятых на испытаниях соленоида, при участии коллег из ЛНФ была разработана и согласована со специалистами ASG схема испытаний, а также изготовлен испытательный стенд,

включающий в себя вакуумное оборудование, предохранительные и управляющие клапаны, переходники и фланцевые соединения подключения системы к испытываемому объему. Протестирована и адаптирована под испытания вакуумная система соленоида (рис. 1). Сектором инженерной поддержки MPD была разработана программа автоматического управления вакуумной системой, предотвращающая выход из строя оборудования или разгерметизацию соленоида в процессе испытаний.

Испытания, старт которым дал директор ОИЯИ Г.В.Трубников, проводились силами специалистов ОИЯИ в присутствии инспектора от ASG. По результатам испытаний было установлено, что вакуумный объем и фланцы на торцах соленоида герметичны. Также успешно прошел тест на утечку и гелиевый



Рис. 1. Испытания и наладка вакуумной системы соленоида

Fig. 1. Testing and tuning of the vacuum solenoid system

even minor leakage. We have tested the integrity of the vacuum volume of the solenoid by blasting from the outside all the welds, as well as the blind flanges that were installed instead of transport pins with helium. These pins protect all internal equipment, thermal bridges, supports and pipelines (all this is called “cold mass” in the documents) from damage during transportation. If there is any helium in the pumped volume, the helium molecules will be detected by the leak detector.

To test the nitrogen and helium loops for leakage, helium is supplied inside each of them with a pressure of

10 and 25 bar, respectively. In case of leakage, helium will also get into the pumped volume and we can detect the leakage. It is worth noting that the test pressure exceeds the working one by 1.5 times, which indicates an additional margin of strength of the product. Employees of VBLHEP, taking part in the solenoid testing, together with their colleagues from FLNP and ASG, developed a plan for conducting the tests. A test bench was also produced, including vacuum equipment, safety and control valves, adapters and flanges for connecting the system to the tested volume. The vacuum solenoid system was tested and

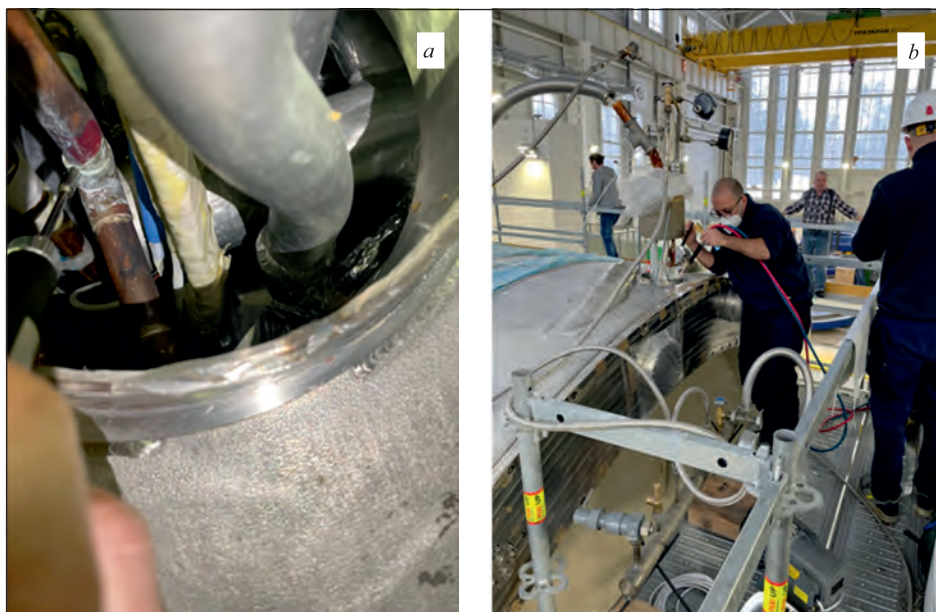


Рис. 2. Локализация (а) и ремонт (b) азотного контура теплового экрана соленоида

Fig. 2. Localization (a) and repair (b) of the nitrogen loop of the solenoid thermal shield



Рис. 3. Проверка целостности сверхпроводящих кабелей обмотки соленоида

Fig. 3. Testing the integrity of superconducting cables of the solenoid winding

adapted for testing (Fig. 1). The MPD Engineering Support Sector specialists developed a programme for automatic control of the vacuum system that prevents equipment failure or solenoid loss of sealing if some accident occurs during testing.

JINR specialists conducted the tests in the presence of inspector from the ASG company. The start of the tests was given by JINR Director G.Trubnikov. The test results showed that the vacuum volume and the flanges installed at the ends of the solenoid are sealed. The helium loop also successfully passed the leak test. However,

the nitrogen loop failed the test. JINR specialists discovered a leakage in the nitrogen shield loop. As a result of the search, a leakage was found and localized on the tee-joint, in the welded joint of the copper pipeline. JINR and ASG specialists jointly developed a leakage prevention programme. Subsequently, the leakage was stopped, and repeated testing showed the sealing of the loop within the specified parameters (Fig. 2).

In addition to strength and leak tests, the specialists of Protection of Electrical Devices group conducted electrical tests of the integrity of the superconducting solenoid

контур. Однако была выявлена течь контура азотного экрана. В процессе поиска течь была обнаружена на тройнике — в месте пайки медного трубопровода. Представителями ASG и ОИЯИ была разработана и согласована программа ремонта, течь была устранена, а повторные испытания показали герметичность контура в пределах заданных параметров (рис. 2).

Специалистами группы защиты электротехнических устройств были проведены электрические испытания целостности сверхпроводящей обмотки соленоида, а также на отсутствие контакта обмотки и корпуса соленоида (рис. 3).

В это же время сотрудники лаборатории совместно с представителями ASG провели работы по проверке работоспособности разъемов, расположенных на торцах соленоида, от которых в систему контроля и управления поступают управляющие и информационные сигналы, а также проверили датчики температуры и напряжения. Следует отметить, что это была кропотливая и ответственная работа. Всего на целостность было обследовано около 450 кабелей. В ходе проверки разъемов было выявлено, что один из них вышел из строя и подлежит замене, которую произвели специалисты ASG. Повторная проверка показала, что все датчики и разъемы находятся в рабочем состоянии.

Продолжаются работы в помещениях, примыкающих к тоннелю ускорителя: монтаж системы водяного охлаждения электропитания соленоида и его корректирующих катушек. Хладагентом контура охлаждения является деминерализованная вода, циркулирующая по замкнутому контуру. Теплоъем осуществляется в пластинчатых теплообменниках.

Проводится монтаж слаботочных кабелей соленоида, а также проверка их работоспособности. После проверки монтажные леса вокруг соленоида будут разобраны и начнется сборка магнитопровода (установка опорных колец, а также балок) без верхней балки, которая должна быть установлена после частичной сборки узла подключения трубопроводов охлаждения соленоида, сверхпроводящих кабелей и вакуумной рубашки к контрольному сосуду дьюара. Затем на очереди работы по измерению положения всей конструкции (магнитопровода и соленоида) для финального определения отклонений. Параллельно с этой работой специалистами ОИЯИ и ASG проводятся разработка и согласование плана работ по сборке корректирующих катушек магнита и их установки в полюса.

winding, as well as of the absence of electrical short between the winding and the solenoid surface (Fig. 3.).

At the same time, specialists of the Laboratory, together with ASG representatives, tested the performance of connectors located at the ends of the solenoid, from which control and information signals are transmitted to the monitoring and control system; temperature and voltage sensors were tested as well. It is worth noting that it was painstaking and responsible work. In total, about 450 cables were tested for integrity. While testing, we found that one of the connectors had failed, and ASG specialists replaced it. A follow-up testing showed that all the sensors and connectors were fully operational.

In addition, we continue working in the buildings adjacent to the accelerator tunnel, namely, we continue to install the water cooling system of the solenoid power supply and its correcting coils. The coolant of the cooling loop will be demineralized water circulating in a closed loop. Heat removal will take place in plate heat exchangers.

Low-current solenoid cables are being installed and their performance is being tested. After testing, the scaffolding around the solenoid will be disassembled and the assembly of the magnetic circuit (installation of support

rings and plates) will begin without the upper plate. This plate will be installed after partial assembly of the connection unit of the solenoid cooling pipelines, superconducting cables and the vacuum jacket to the control Dewar. After assembly, we will measure the position of the entire installation (magnetic circuit+solenoid) for the final deviations. At the same time, JINR and ASG specialists are jointly developing a work plan for the assembly of correcting magnet coils and their installation into the poles.