

РЕЦЕНЗИИ

С. И. ВАЙНШТЕЙН. *Магнитные поля в космосе*. М., Наука, 1983, 231 стр. Библиография 109 назв.

В настоящее время теория возбуждения магнитных полей регулярными и нерегулярными движениями проводящей среды (так называемая динамо-теория) достигла известной степени совершенства. Вышли прекрасные монографии, посвященные этой теории, к числу которых, наряду с книгами Паркера, Моффата, Краузе и Рэдлера и Вайнштейна, Зельдовича и Рузмайкина, следует причислить книгу Вайнштейна «Магнитные поля в космосе». Эта книга отличается от предшествующих прежде всего отбором материала, который в значительной степени является оригинальным. С. И. Вайнштейн внес значительный вклад в развитие современной динамо-теории. К числу основных разделов, впервые изложенных достаточно полно именно в данной книге, следует отнести прежде всего широкое применение формализма Лангранжа для выяснения ряда общих свойств магнитных полей, возбуждаемых турбулентным движением; затем рассмотрение процесса накачки поля в среде с градиентом плотности; некоторые точные решения для турбулентного, в частности, мелкомасштабного динамо и, наконец, исследования нелинейных динамо-процессов.

Автор рассматривает усиление поля простыми движениями среды, например, дифференциальным вращением цилиндра в цилиндре большого объема при несовпадении их осей. Эти модели показывают, что запреты, накладываемые так называемыми антидинамо теоремами (теорема Каулинга и т. п.), не являются фатальными для большинства реальных случаев. Однако основное внимание уделяется динамо в турбулентной среде. Сначала кратко излагаются новейшие достижения теории турбулентности, необходимые при рассмотрении динамо-процессов. При этом, наряду с вэйлеровым, используется лангранжев метод описания стохастической среды, который обычно считался практически бесполезным для этих случаев. Автор показал, что таким методом можно выяснить ряд важных общих свойств магнитного поля и, в частности, получить точные решения для немарковских процессов в турбулентной среде.

В монографии подробно излагается механизм усиления магнитного поля, предложенный Паркером, который сводится к закручиванию силовой трубки в процессе циклонической конвекции, выходу верхней части

трубки из проводящего слоя в результате плавучести, ее отщеплению и диссипации. Это ведет к усилению поля в нижней части проводящего слоя.

Большое внимание уделено анализу условий, обеспечивающих усиление поля и, в первую очередь, условий, связанных с симметрией системы, с той ролью, которую играет процесс дробления масштабов при движениях среды, и т. д.

Для описания мелкомасштабного поля автор анализирует и использует метод Орсага, предложенный в теории турбулентности для замыкания системы уравнений гидродинамики и затем обобщенный на магнитную гидродинамику. Метод аналогичен релаксационному приближению в физической кинетике, когда интеграл столкновений приближенно выражается через новый параметр — время релаксации системы. Подобным же образом высшие корреляторы по методу Орсага не отбрасываются, а оцениваются путем введения времени релаксации. В этом приближении удастся получить результаты также для нелинейных задач.

В настоящее время нелинейная динамо-теория делает только первые шаги. Анализируя возможности нелинейной теории, автор показывает, что член $\beta \text{rot } B$ в уравнении генерации поля, где величина β квадратична по мелкомасштабному полю, играет большую роль в процессе усиления крупномасштабного поля. С учетом нелинейности исследуется процесс переноса поля в неоднородной среде с градиентом плотности и делается важный вывод об эффективном переносе поля вглубь, т. е. о «парамагнитном» эффекте в турбулентной среде.

Наконец, сравнительно кратко излагаются возможности объяснения магнитных явлений на Солнце на основе динамо-теории. В этом разделе автор, в основном, ссылается на оригинальные работы, не останавливаясь подробно на расчетах для каких-либо реальных случаев.

Следует отметить, что при всех несомненных достоинствах монографии ее название «Магнитные поля в космосе» не вполне соответствует содержанию. В книге почти нет ни изложения наблюдательных данных о полях реальных космических объектов, ни сколько-нибудь подробного анализа успехов и трудностей применения динамо-теории к таким объектам. Это характерно также для других монографий по теории динамо и связано, прежде всего, с тем, что многие параметры небесных объектов, необходимые для проверки и обоснования динамо-теории, нам неизвестны. Для количественных выводов приходится использовать недостаточно обоснованные предположения о величинах этих параметров, и нет уверенности, что согласие с наблюдениями не является, в какой-то мере, подгонкой под известный ответ.

Тем не менее, не вызывает сомнений, что динамо-теория будет основой или существенным элементом любой будущей теории генерации магнитных полей у космических тел. Монография С. И. Вайнштейна являет-

ся важным этапом в развитии этой области. Она написана четким языком. Изложение ясное, хотя иногда и более краткое, чем хотелось бы специалистам в данной области. Монография является необходимым дополнением к опубликованным ранее обзорам и книгам. Она несомненно полезна как специалистам в области астрофизики и физики плазмы, так и лицам, изучающим эти области. Библиография содержит ссылки на все основные работы по динамо-теории. Издание данной монографии можно только приветствовать.

А. ДОЛГИНОВ